Neue Beiträge

zur

anatomischen Kenntniss

der

Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische

von

Dr. **Franz Leydig,**
Professor an der Universität zu Bonn.

Mit vier Tafeln.

(Sonderabdruck aus der Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle.)

Halle.
Max Niemeyer.
1879.

C. KLINCKSIECK
BRAIRE DE L'INSTITUT DE FRANCE.
11, RUE DE LILLE, PARIS.

Neue Beiträge

zur

anatomischen Kenntniss

der

Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische

von

Dr. **Franz Leydig,**
Professor an der Universität zu Bonn.

Mit Tafel VII bis X.

Halle.
Max Niemeyer.
1879.

Die Arbeit, welche ich hiermit vorzulegen mir gestatte, steht in Verbindung mit den seit Längerem von mir über die Hautdecke der Wirbelthiere gegebenen Mittheilungen. Sie entstand aus dem Wunsche einerseits auf frühere eigene Untersuchungen nachprüfend zurückzukommen, andrerseits um mir ein selbstständiges Urtheil über manche Angaben anderer Beobachter zu erwerben.

Die Darlegungen beziehen sich einmal auf Epithelien und Bindegewebe, zwei im Gefüge des thierischen Körpers uns fortwährend begegnende Lagen, denen wegen ihrer grossen Bedeutung wohl jeder Histologe mehr oder weniger Aufmerksamkeit zuzuwenden sich schon veranlasst gesehen hat. Vielleicht dass ich durch Gegenwärtiges über das morphologische Verhalten einige weitere Aufschlüsse zu bieten im Stande bin.

Sodann habe ich über die Hautsinnesorgane einiger Fische zu berichten, ein Gegenstand, welcher noch viele ungelöste Fragen in sich schliesst. Auch bezüglich dieser schwierig zu durchschauenden Organisation meine ich in einigen Punkten etwas vorwärts gekommen zu sein.

Und so wünsche ich, dass bei den Kennern uns Pflegern der vergleichenden Anatomie und Gewebslehre es nicht ungerechtfertigt erscheinen möge, wenn nachstehende Untersuchungen ans Licht treten; zumal mir mit diesen Blättern die Gelegenheit werden soll, der „Naturforschenden Gesellschaft zu Halle“ bei der Feier ihres hundertjährigen Stiftungsfestes meine Verehrung bezeigen zu können.

51610

I. Epidermis.

1. Zellen mit fadigem Inhalt.

In der Oberhaut von Larven des *Pelobates fuscus,**) welche bereits die hinteren Gliedmassen besassen und Ende Juni untersucht wurden, bot der Inhalt der Epidermiszellen in den tieferen Lagen einen merkwürdigen Anblick insofern dar, als eine fadige Bildung das Innere erfüllte, nicht etwa bloss der einen oder anderen Zelle, sondern über ganze Strecken der Oberhaut hin.**)

Die Fäden sind in der allermannchfaltigsten Weise geschlungen und gewunden, dabei von verschiedener Dicke; oftmals theilen sie sich gegen den Fuss der Zelle zu und lösen sich in Büschel feinster Fäserchen auf. Die Substanz aus welcher sie bestehen, ist zwar blass, bricht aber doch das Licht ziemlich stark. In den meisten Fällen überschreiten die Fäden den Saum der Zelle nicht; doch lassen sich auch Zellen ins Auge fassen, wo der Faden eine Strecke weit hervorsteht. Haben die Fäden eine gewisse Dicke, so erweisen sie sich bei näherem Zusehen als eine Vereinigung feinerer Fäserchen.

Richtet man die Aufmerksamkeit auf solche Zellen, in denen der Faden erst anfängt sichtbar zu werden, so hat es den Anschein, dass derselbe in einem besondern hellen Raum der Zelle, in einem Secretbläschen, entstehe.***) Die Begrenzung des letzteren wird nach und nach soweit nach aussen gerückt, dass sie mit der Zellenmembran selber verschmilzt. Der Kern bleibt immer deutlich; ausserdem können noch Gruppen kleiner gelber Fettkörnchen zugegen sein.

Die gedachten fadigen Gebilde werden hier nicht zum erstenmal erwähnt, sondern sind aus den Larven einer andern Batrachierart, des *Bombinator igneus,* bereits durch Eberth†) angezeigt und in ihrer Mannchfaltigkeit schön dargestellt worden.

Wie weit Epidermiszellen mit solchem Inhalt unter den Larven der anuren

*) Im Hinblick auf meine Mittheilungen über das Vorkommen des Thieres (Anure Batrachier der deutschen Fauna, Bonn 1877) mag bemerkt sein, dass im Frühjahr 1878 die Larven in einem Graben bei Bonn, diesmal linksrheinisch, in ungemeiner Menge sich gezeigt haben. Alle Larven dieser Brutstätte und Jahreszeit waren viel grösser als jene, welche im Herbst und rechtsrheinisch zur Beobachtung gekommen waren und es entwickelten sich auch daraus um Vieles grössere und kräftigere Thiere.

**) Vergl. Figur 32.

***) Figur 32, b.

†) Zur Entwicklung der Gewebe im Schwanze der Froschlarven, Archiv f. mikrosk. Anat. 2. Band (1866).

Batrachier verbreitet sind, bleibt noch zu untersuchen. Ausser von *Pelobates fuscus* gewahre ich sie recht klar an den Larven von *Hyla arborea*, ebenfalls aus der Zeit, in welcher die Hinterbeine gerade hervorsprossten. Hierbei erscheint mir auch bemerkenswerth, dass in manchen Larven, anstatt der Fäden, nur eine körnig-bröckelige Masse zugegen ist, die wieder ein andermal sich als gleichförmig, homogen und das Licht stark brechend darstellt. Für gewöhnlich waren die Fäden sehr deutlich und zwar fast durchgehends in vielen Windungen auf- und durcheinander geschlungen.*)

An den noch fusslosen Larven von *Rana esculenta* vermisse ich jedoch gedachte Gebilde, sowohl in der Haut des frischen Thieres als auch nach Behandlung mit Reagentien.

Bereits aus den Angaben Eberth's, sowie aus meinen Wahrnehmungen ergiebt sich, dass nur in einer gewissen Zeit des Larvenlebens die Faserbildung zugegen ist: vielleicht dass hin und wieder solche Zellen „bei ganz kleinen Fröschen" sich noch finden.

Die Frage, welchen andern bekannteren Theilen man die fadigen Körper vergleichen soll, lässt sich einstweilen kaum mit Sicherheit beantworten. Meiner Meinung nach können folgende Elemente in Betracht kommen.

Es liesse sich denken, dass die „Klümpchen von unregelmässiger Gestalt und mattglänzendem Aussehen", welche ich als Zelleninhalt aus der Epidermis der Reptilien beschrieben habe**), Etwas verwandtes seien. Auch fühle ich mich erinnert an die Zellen, welche im Epithel der „Schleimcanäle" z. B. des Kaulbarsches durch den bröckligen, krümlichen Inhalt von stark lichtbrechendem Wesen aus den gewöhnlichen Epithelzellen sich abheben. Ferner darf sich die Vermuthung einstellen, dass jene von Andern aus der Epidermis des Fisches *Myxine* erwähnten Zellen „welche sich in einen feinen Faden abwickeln lassen", mit gegenwärtig besprochenen Zellen der Batrachier etwas Gemeinsames haben.

Es lassen sich aber auch Anknüpfungen nach den Gruppen wirbelloser Thiere hin finden. Die sogenannten Schleimdrüsen in der Haut der Gastropoden sind Umbildungen von Epithelzellen und ihr Inhalt von verschiedener Art: mitunter entwickelt das Protoplasma eigenartige, spindelförmige Körper, so bei *Arion, Limax, Helix;* oder die Zellsubstanz wandelt sich um in eine glänzende, bald rein homogene

*) Fig. 33.

**) Organe e. sechsten Sinnes, Act. acad. Leop. Carol. Vol. XXXIV, Tab. III, Fig. 23 (von *Coronella laevis*).

***) Archiv f. Anat. u. Phys. 1861, S. 302.

Masse, bald zerlegt sie sich, so bei *Hyalina*, in fadige Elemente*). Die stäbchenartigen Körper in den Hautdrüsen zahlreicher Anneliden mögen ebenfalls verwandte Bildungen sein, nicht minder die Nesselcapseln der Zoophyten. Auf diesem Wege der Betrachtung sehen wir uns somit dahin geführt, die fadigen Bildungen in der Haut der Batrachierlarven den Byssusfäden und Nesselfäden an die Seite zu setzen.

Schon mehrmals habe ich die Ansicht geäussert, dass die scharfrandigen Körperchen im Hautsecret der Batrachier die ätzende giftige Wirkung dieses Stoffes vermitteln mögen, ähnlich wie ein Zusammenhang zwischen den Nesselcapseln der Zoophyten und der brennenden Beschaffenheit des Hautschleimes wohl ausser Zweifel steht. Hier bei den Batrachiern — kann man sich vorstellen — übernimmt zur Zeit des Larvenlebens, in welcher noch nicht Hautdrüsen aufgetreten sind, die einfach flächenhaft ausgebreitete Oberhaut die Abscheidung der „Byssusfäden." Später nach Einsenkung der Oberhaut zu Hautdrüsen geht von letztern die Absonderung des klebrigen Saftes aus, ohne aber selbst noch fadige Theile zu entwickeln.

Der Kürze der Bezeichnung halber kann es sich vielleicht empfehlen, den besagten in der Haut der Batrachierlarven vorkommenden Elementen den Namen Byssuszellen einstweilen beizulegen.

2. Netzartige Zeichnung der obersten Schicht.

An der Epidermis einheimischer Fische vom lebenden Thier abgehoben, fällt eine Zeichnung auf, die noch nirgends erwähnt zu sein scheint.

Die äusserste Lage der Zellen stellt bekanntlich ein Plattenepithel dar von sehr zartem, hellen Wesen und in allen Zellen bleibt der Kern deutlich bestehen. Ueberblickt man nun die Fläche der Oberhaut genauer, so heben sich von den wasserklaren Zellen andre ab, welche sich durch feinkörnige Beschaffenheit auszeichnen und die Zellen dieser Art reihen sich dergestalt in Zügen zusammen, dass als Ganzes ein netzförmiges Streifensystem zu Wege kommt, welches gewissermassen die Oberfläche der Haut überspinnt.

Gedachte Sonderung in wasserreine Zellenausbreitungen mit netzartigen Zügen von körniger Trübung dazwischen, scheint sich über die ganze Haut weg zu erstrecken: am Kopf, Rumpf und Schwanz begegnet sie uns gleich deutlich.

Die Arten, auf welche sich gegenwärtige Angaben zunächst beziehen, sind *Cyprinus carassius* und *Perca fluviatilis*.

*) Hautdecke der Gastropoden, Archiv f. Naturgesch. 1876, S. 15 ff.

3. Porensaum.

Vor Kurzem habe ich in einer Arbeit über die Rippenstacheln des *Pleurodeles Waltlii**) die feineren Formenverhältnisse dargethan, wie sie bei Entstehung des „Porensaumes" zusammenwirken. Das gleiche lässt sich auch an der Epidermis der Fische wahrnehmen.

Die obersten Zellen von *Cyprinus carassius* können unter Tauchlinsen durch dicht stehende feine Fortsätze des Protoplasma wie bewimpert aussehen**). Kommen aber, wie solches z. B. bei *Petromyzon* geschieht, Cuticularabscheidungen hinzu, so entsteht der „Porensaum".

Nach aussen hat man es eigentlich mit leistenartigen Erhebungen des Protoplasma zu thun. Die Cuticula, indem sie den Erhöhungen und Vertiefungen folgt, erzeugt Kerblinien des Randes und über die Fläche weg eine Art Querstreifung, das ist. eine Sculptur. An der entgegengesetzten Seite der Zelle, nach unten, bilden die protoplasmatischen Ausläufer nur faserähnliche Fortsätze.

An Hautstücken von *Petromyzon marinus* welche frisch in eine Lösung von doppelchromsaurem Kali eingelegt wurden, hatte es den Anschein, als ob die durch die Poren der Cuticula tretenden Protoplasmafortsätze aus den Oeffnungen hervorquellen und sich in eine über der Cuticula befindliche feinkörnige Masse umwandeln können. Man wird hierbei an das erinnert, was sich an der Cuticularschicht des Lippenrandes der Nacktschnecken beobachten liess***).

An einem *Petromyzon fluviatilis*, den ich, nachdem er nur einige Stunden in sehr verdünntem Weingeist gelegen, zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigte sich abermals in klarer Weise, und zwar in den unteren Schichten, dass zwischen den Zellen ein wasserheller Raum sich hinzieht. Durch diese Intercellularräume gingen vom Protoplasma der einen Zelle zu jenem der Nachbarzellen, in ununterbrochener Verbindung, fasrige Fortsätze der Zellensubstanz. Es bestehen sonach auch hier in der Epidermis Intercellularräume, welche von Protoplasmafäden oder Balken durchspannt sind und wodurch die Zellenleiber untereinander zusammenhängen †). Aehnliches hat auch Flemming††) aus der Epidermis lebender Larven von *Salamandra maculosa* beschrieben †).

---

*) Archiv f Naturgesch. 1879.

**) Fig. 31, a.

***) Hautdecke und Schale d. Gastropoden, Archiv f. Naturgesch. 1876, (Separatausgabe S. 5).

†) Fig. 2, a.

††) Beiträge z. Kenntniss d. Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikrosk. Anat. XVI, 1878.

Langerhans sah bei *Petromyzon Planeri* Büschel von Flimmerhaaren wie Inseln da und dort auf eigenartigen Zellen der Oberhaut stehen. Ohne die Richtigkeit dieser Angaben bemängeln zu wollen, denn sie beziehen sich auf die Haut der Larve (Ammodytes), möchte ich immerhin erklären, dass ich an den erwachsenen Exemplaren von *P. marinus* und *P. fluviatilis* von solchen Cilien nichts wahrgenommen habe. Auch Föttinger*) spricht aus, dass er trotz der mannichfaltigsten Untersuchungsmethoden keine Spur dieser Flimmerhaare zu entdecken vermocht habe. Uebrigens ist im hohen Grade wahrscheinlich, dass des Letzteren „cellules gustatives" eins und dasselbe sind mit den „haartragenden Sinneszellen" des Ersteren.

4. Drüsenzellen der gewöhnlichen Art.

Vor vielen Jahren habe ich zuerst auf das Vorhandensein eigenartiger Zellen in der Haut unserer Flussfische aufmerksam gemacht und sie unter dem Namen „Schleimzellen" in die Wissenschaft eingeführt**).

Der kurzen Beschreibung sind zwar keine Abbildungen beigegeben worden, aber die Angaben sind deutlich genug, wenn auch nicht ganz fehlerfrei, und überdies bieten die Messungen bestimmte Anhaltspunkte dar.

Nachdem ich unterdessen diese „Becherzellen" auf das feinere Verhalten aus der Schleimhaut der Reptilien ins Auge gefasst und darüber Manches veröffentlicht habe, besah ich sie mir jetzt von Neuem aus der Haut von *Anguilla vulgaris, Perca fluviatilis, Lota vulgaris, Cyprinus carassius, Gasterosteus aculeatus,* mehreren Arten von *Petromyzon* und der Brut eines *Salmo.* Von den gemachten Wahrnehmungen möchte ich folgende herausheben.

Um eine Uebersicht über die Vertheilung in der Haut zu erhalten, mag wohl allgemein Fischbrut ein sehr günstiges Object sein, wenigstens gewährten mir junge Fischchen eines *Salmo* mit noch grossem Dottersack und ehe das Hautpigment aufgetreten ist, hievon ein schönes Bild. Das Thierchen, durch Eintauchen in eine Mischung von Osmiumsäure und Essigsäure getödtet, lässt sehen, dass die „Schleimzellen" in grösster Menge über die ganze Oberfläche des Körpers sich erstrecken, die Flossensäume und den Dottersack nicht ausgenommen. Auch die Mündungen der einzelnen Zellen zeigen sich ganz deutlich.

In der Gestalt, ob die Zelle mehr ein rundliches oder ein längliches Säckchen vorstellt, scheinen typische Verschiedenheiten vorzukommen. Während z. B. bei

*) Rech. s. l. struct. de l'epiderme des cyclostomes. Büll. d. l'acad. de Belgique, 1876.

**) Ueber die Haut einiger Süsswasserfische, Ztschrft. f. wiss. Zool. Bd. III, (1850).

den einheimischen Fischen*) die rundliche Form die gewöhnlichere ist, finde ich, dass bei *Lota vulgaris***) durchaus nur längliche Säckchen und zwar von geringerer Grösse zugegen sind. Die Epidermis der äusseren Haut und das Epithel der Rachenschleimhaut verhalten sich hierin gleich.

Wir unterscheiden an den Zellen den Körper oder bauchigen oberen Theil und den unteren oder den Fuss. Der erstere umschliesst das „Secretbläschen", welches eine gewisse Punctirung an sich haben kann als Ausdruck der Ansatzpuncte eines feinen Maschenwerkes, wie ich solches bezüglich der Becherzellen der Reptilien angezeigt habe***). Der Fuss als eigentlich noch übrig bleibender protoplasmatischer Theil der Zelle erscheint entweder von ähnlich plattem Wesen, wie ich es von den gleichen Elementen der Blindschleiche, *Anguis fragilis*, dargestellt habe†), oder er zeigt sich, indem er die Kante dem Beschauer zukehrt, als ein fadiger Fortsatz. Doch ist ausdrücklich zu bemerken, dass es auch Fälle giebt, wo der Fortsatz eine wirklich fadige Gestalt hat. — Der Kern der Becherzelle hat seine Lage im Anfangstheile des Fusses oder Fortsatzes; nur bei Ansicht von der Fläche erscheint er noch von rundlicher Form; in der Seitenansicht hingegen oder im optischen Durchschnitt zeigt er sich wie ein halbmondförmiger Strich, von einem gewissen glänzenden Wesen.

Die Mündungsöffnung der Schleimzellen bei Knochenfischen liegt zwischen den Zellen der obersten Lage der Epidermis. Eigenthümlich ist das Verhalten bei Neunaugen: *Petromyzon marinus* und *P. fluviatilis*. Zerstreut und einzeln über die Haut vorkommend, stehen die Schleimzellen in grösster Menge beisammen††) an den Papillen und Blättchen des Mundsaumes. Eine unmittelbar an die andere geschlossen, setzen sie die obern Lagen der Epidermis allein zusammen; sie sind aber von dem streifigen Cuticularsaume überdeckt. Und so zeigt auch die isolirte Zelle über dem

*) Fig. 4.

**) Fig. 18.

***) Zur Kenntniss der Sinnesorgane d. Schlangen, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 8, S. 340.

†) a. a. O.

††) Die Papillen des Mundsaumes bei *Petromyzon marinus*, welche in den Beschreibungen kurzweg als ein Kranz dichtstehender und zerfaserter Cirrhen bezeichnet werden, scheiden sich nach ihrer Gestalt in zwei deutlich getrennte Formen. Zu äusserst steht nämlich eine einzige Reihe walzig kegelförmiger Papillen, welche von vorn nach hinten an Grösse zunehmen, ohne aber einen geschlossenen Ring zu bilden. Dann erst folgt nach einwärts eine Sorte flacher und vielfach eingeschnittener Papillen, oder vielmehr nach ihrer Gestalt „Zotten" zu nennende Erhebungen, welche mehrere Reihen erzeugen und ebenfalls von vorn nach hinten an Grösse wachsen: die grössten finden sich am hinteren Pol des Kreismundes.

Secretbläschen, dort wo man die freie rundliche Oeffnung erwartet, gewissermassen einen von feinen Canälchen durchzogenen Deckel*). Man darf sich wohl vorstellen, dass die Porencanälchen zusammen die Stelle einer einzigen Mündung vertreten mögen. Am *Petromyzon Planeri* hat schon Langerhans die gleiche Beobachtung gemacht und hervorgehoben. Immerhin finde ich doch an anderen Körperstellen — und stimme hierin mit Föttinger überein — dass es auch bei Neunaugen frei sich öffnende Schleimzellen giebt.

Die Menge der Schleimzellen an den Papillen des Mundsaumes bei *Petromyzon* hat wohl den Zweck, das Anhängen zu unterstützen, ähnlich wie das Hautsecret bei Batrachiern nach dieser Richtung hin wirkt**).

Von Anfang an habe ich die Schleimzellen als abgeänderte Epithel- oder Oberhautzellen angesehen und was ich jetzt bei obengenannten Fischarten von neuem wahrgenommen, ordnet sich ungezwungen unter dieselbe Betrachtungsweise. Man sieht da und dort, wie in der Tiefe der Epidermis kleine geschlossene Schleimzellen liegen, die sich nur durch das Vorhandensein eines Secretraumes von den andern umgebenden zelligen Elementen unterscheiden. Die grossen und grössten befinden sich höher und öffnen sich deutlich nach aussen derart, dass die Mündung als rundliche Lücke zwischen den gewöhnlichen Epidermiszellen liegt.

Erfahrungen an den gleichen Gebilden bei Reptilien hatten es mir schon früher wahrscheinlich gemacht, dass gewöhnliche oder geschlossene Epithelzellen zu Schleimzellen oder geöffneten, das ist Becherzellen, werden können***). Und auch das, was sich an den Becherzellen der Weichthiere beobachten liess, sprach für diese Auffassung†).

Ich habe bei mehreren andern Gelegenheiten aufmerksam gemacht††) dass verwandte Drüsenzellen der Oberhaut mit Nerven zusammenhängen. Auch hier bei den Schleimzellen wird man öfters Verhältnissen begegnen, welche geneigt machen können, eine Verbindung mit feinsten Ausläufern der Hautnerven für wahrscheinlich zu halten. Man sieht, wie äusserst fein und zugespitzt der Fortsatz da und dort in die Tiefe

*) Fig. 2, b.

**) Vergl. meine Mittheilungen. Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, Archiv f. mikrosk. Anat. 1876, Separatausgabe S. 97.

***) Zur Kenntniss d. Sinnesorgane der Schlangen, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 8, S. 340.

†) Hautdecke d. Gastropoden, Arch. f. Naturgesch. 1876.

††) Vergl. a. a. O. S. 328 (Hinweis auf Verhältnisse bei Wirbellosen).

sich verliert; ja von einem wie breit abgeschnittenen Fuss zieht sich hin und wieder ein ungemein zartes Fäserchen weg, das schliesslich doch noch abermals wie abgerissen aussieht. Aber trotz alledem bleibt einzugestehen, dass es mir bisher nicht geglückt ist, die Verbindung mit Ausläufern von Nervenfasern in Wirklichkeit zu erblicken und ganz unwahrscheinlich wird die Sache, wenn man eine Querscheibe von einer der konischen Papillen des Mundrandes des *Petromyzon marinus* vor sich hat. Hier setzen sich nach dem bereits schon oben bemerkten die oberen Lagen der Epidermis ohne Unterbrechung nur aus Schleimzellen zusammen*).

5. Drüsenzellen besonderer Art.

In der Haut der Neunaugen — ich hatte *Petromyzon marinus* vor mir — kommt, ausser den bereits im Vorhergehenden erwähnten Schleimzellen, noch eine andere Form vor, welche sich in ihren Eigenschaften mehr den Drüsenzellen aus der Epidermis der Amphibien annähert**).

Die Mündung dieser Elemente findet sich in der Einbucht einer gewöhnlichen Epidermiszelle und erscheint nicht selten, ja eigentlich in der Regel wie verstopft durch einen rundlichen, homogenen, etwas glänzenden Körper, mit gezacktrandigem Hohlraum im Innern. Letzteres Gebilde halte ich trotz seiner Zellenähnlichkeit für eine Art Secretpfropf***). Der Gang, gerade gestreckt oder häufiger noch gekrümmt, hebt sich scharf von dem rundlichen, gern concentrisch streifigen Zellenkörper ab, welcher selbst wieder einen Fortsatz gegen die Tiefe noch aufweisen kann. Die erwähnten glänzenden Secretpfröpfe erscheinen auch abgelöst, wie selbständige Körper, welche sich an der Grenze der Epidermis hinziehen, wovon jeder immer wieder mit einem Hohlraum versehen ist†).

Diese Art „einzelliger Drüsen“, sonst nur zerstreut vorkommend, häuft sich stellenweise an und giebt den Hautpartien ein Aussehen, welches an die Perlbildung anderer Fische und der Amphibien††) erinnert und wie jene schon dem freien Auge zugänglich ist†††). Die Epidermis erhebt sich in Hügel oder Höcker von verschiedener Grösse, die man zunächst auf Wucherungen der Epidermiszellen beziehen

*) In der Epidermis der Papillen des Kreismundes fehlen, was hier angeschlossen sein mag, sowohl Kolben als auch Körnchenzellen.

**) Fig. 3.

***) Fig. 3, a.

†) Vergl. Fig. 1, a.

††) Vergl. Leydig, Die anuren Batrachier d. deutschen Fauna, S. 123.

†††) Fig. 13, c.

möchte; doch fällt schon bei flüchtiger Betrachtung auf, dass der anscheinende Kern der die Hügel erzeugenden Zellen einen gewissen Glanz an sich hat. Näheres Untersuchen deckt dann auf, dass keineswegs gewöhnliche Epidermiszellen vorliegen, sondern vielmehr Ansammlungen der gedachten „einzelligen Drüsen". Der glänzende Secretpfropf hat den Kern vorgespiegelt und die den Pfropf umziehende Mündung der Drüse liegt in einem Ausschnitt, richtiger Bucht einer Zelle, von welcher sich ein Weg zu den Intercellulargängen hinzieht. Ich habe die Vermuthung, dass die gedachten Pfröpfe dasselbe sind, was Langerhans als „Rundzellen" beschrieben und abgebildet hat. Den Chromatophoren sie zu vergleichen, wie unser Autor will, ist gewiss unstatthaft: diese haben ihr Homologon in den nachher zu erwähnenden Strahlenzellen.

6. Kolben.

Die gegenwärtig ziemlich allgemein mit dem Namen „Kolben" bezeichneten Gebilde sind ebenfalls von mir zuerst*) aus der Epidermis gewisser Knochenfische angezeigt, aber mit den Schleimzellen für eins und dasselbe genommen worden; ein Verfahren, was, wenn auch nicht ganz zutreffend, doch anmährend richtig war. Haben doch spätere Untersucher die „Kolben" ebenfalls in diesem Sinne aufgefasst. Ich beschrieb sie als „höchst entwickelte Schleimzellen", als „grosse mit vollkommen hellem Inhalt versehene Blasen".

Wie damals habe ich auch jetzt wieder die Aalrutte, *Lota vulgaris*, untersucht, allwo die gedachten Körper in jedem Hautstückchen durch Menge und Aussehen sich sehr bemerklich machen. Von oben und in natürlicher Lage, erscheinen sie unter der Form verschieden grosser, das Licht stark brechender blasiger Körper, mit Sonderung in Rinde und Innensubstanz. Eine Oeffnung ist nicht vorhanden. Von der Seite betrachtet, zeigen sie sich birnförmig: der Stiel, welcher auch wohl stark in die Länge gezogen sein kann, ist nach unten gegen die Lederhaut gewendet**).

Nach Einwirkung verschiedener Reagentien habe ich bezüglich des Baues ermittelt, dass sie bestehen:

1) aus einer feinen Hülle, die sich unter Umständen ziemlich weit abheben lässt. Sie kommt vom Stiel oder Fuss des Kolbens, welcher den noch protoplasmatischen, den Kern bergenden Zellenleib darstellend, von feingranulärer Beschaffenheit ist.

---

*) Haut der Süsswasserfische, Zeitschrift f. wiss. Zool. 1850. Die zu diesem Aufsatz gehörigen Zeichnungen besitze ich noch und sie bezeugen mir klar, dass ich z. B. von *Lota vulgaris* und *Anguilla vulgaris* in den „Schleimzellen" die „Kolben" vor mir hatte.

**) Vergl. Figur 16, Fig. 17, Fig. 19.

2) Den Haupttheil des Kolbens macht die Innensubstanz aus, welche weich ist, sehr aufquellbar und als Ganzes einen Körper von eiförmigem Umriss bildet. Frisch von wasserklarem Aussehen, nimmt sie unter dem Einfluss von Reagentien eine gleichmässige, äusserst feinkörnige Trübung an.

3) Deutlich ist noch zu unterscheiden eine andere Substanz, welche als Schale oder Käppchen dem Gipfel des Innenkörpers aufsitzt. Dieselbe bricht das Licht viel stärker als der Innenkörper, ist auch härter und es treten in ihm leicht zahlreiche verschieden grosse Vacuolen auf. Man darf wohl annehmen, dass dieses Käppchen durch Sonderung und Umbildung von dem Innenkörper sich abgeschieden hat.

Indem die „Kolben" die ganze Epidermis unseres Fisches aufs reichlichste durchsetzen und ihr im abgezogenen Zustande ein wie dicht durchstochenes Aussehen geben, verleihen sie durch ihre gallertige, leicht aufquellende Natur der Epidermis die bekannte quappige, schleimige Beschaffenheit. Der Stoff welcher aus den kleinen „Schleimzellen" stammt, wird wohl ebenfalls in diesem Sinne beitragen; dass aber die „Kolben" am meisten bei dem gallertartigen Wesen der Haut betheiligt sind, lehrt doch die Untersuchung der frischen Haut aufs unzweideutigste.

Die Neunaugen hatte ich in früherer Zeit noch nicht auf den Bau der Epidermis untersucht. Dies geschah später von Max Schultze*), H. Müller**), F. E. Schulze***), Langerhans†), zuletzt von Föttinger††) in mehr oder weniger eingehender Weise.

Auch hier bei *Petromyzon fluviatilis* und *Petromyzon marinus,* die Arten welche ich prüfte, fallen die „Kolben", ebenfalls hier den von M. Schultze gebrauchten Namen beizubehalten, bei ihrem glänzenden Wesen, wodurch sie sehr von der Umgebung abstechen, leicht in die Augen; sowohl in Flächenansichten als auf Durchschnitten der Haut. Doch ist zu bemerken, dass im frischen Zustande die Lichtbrechung noch nicht entfernt so stark ist, als sie nach Weingeist und anderen erhärtenden Flüssigkeiten sich erhöht.

Man darf an ihnen im Allgemeinen ein rundlich bauchiges oder oberes Ende und einen verengerten fussartigen Abschnitt unterscheiden. Wie sehr aber im Einzelnen die Gestalt wieder Abänderungen unterworfen sein kann, lehrt ein Blick auf

*) Archiv f. Anat. und Phys. 1861.
**) Würzburger Naturwiss. Zeitschrift, 1860.
***) Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III.
†) Berichte d. naturf. Ges. in Freiburg i. B. 1873.
††) Bulletins de l'academie de Belgique 1876.

die Tafeln, welche die Arbeiten der vorhin genannten Beobachter begleiten, und es mögen diese Verschiedenheiten als Ausdruck wechselnder Lebenszustände aufzufassen sein. Auch zeigen sich die Körper im frischen Zustande so weich, dass sie leicht die gewöhnliche Gestalt einbüssen.

Auch hier haben die Kolben eine vom Inhalt verschiedene Membran. Gemeinhin lässt sich dieselbe zwar nicht erkennen und sie wird daher auch z. B. von F. E. Schulze geleugnet, während Föttinger für ihr Vorhandensein eintritt. An einem lange Zeit in Weingeist aufbewahrt gewesenen *Petromyzon fluviatilis* sehe ich deutlich an vielen Kolben eine feine Hülle, welche zum Theil ziemlich weit von der Substanz sich abhebt*).

Der eigentliche Stoff oder die Hauptmasse des Kolbens ist es, welcher sich durch starkes Lichtbrechungsvermögen auszeichnet; er besitzt Schichtungslinien, bald mehr wie schalig sich umgreifend, so im verdickten Theil, bald wie im Fuss längsstreifig werdend. Bei *Petromyzon marinus* stiess ich auch auf Kolben, deren Schichtungslinien gewissermassen in Unordnung gerathen waren, wodurch ein Bild durcheinander geworrener Fäden entsteht, wie solches auch Föttinger**) schon veranschaulicht hat.

Im bauchigen Theile, gegen dessen freies Ende zu, liegen Kerne, sehr allgemein zwei, in seltenem Fall sah ich auch drei; sie sind umgeben von einem lichten, auch wohl feinkörnigem Hof, der sich wie ein schmaler, innerer Hohlraum oder Canal bis ans Ende des Fusses erstreckt.

Diese Zusammensetzung, in Berücksichtigung dass die Elemente lediglich der Epidermis angehören, dabei von sehr verschiedener Grösse und Entwicklung sein können, lehrt uns, dass wir es wieder mit umgebildeten Epidermiszellen zu thun haben. Die Kerne sind geblieben, vom ursprünglichen Protoplasma ein Theil; die Hauptmasse des Protoplasma hat sich in eine geschichtete, stark glänzende Substanz umgewandelt.

M. Schultze machte zuerst auf eine Querstreifung der Kolben aufmerksam, welche bedingt sei durch abwechselnde Schichten doppelt und einfach brechender Substanz. Er hat dieser Wahrnehmung grossen Werth beigelegt und weit ausgeführt, da sie ihm ein Licht auf die Bedeutung der Kolben zu werfen schien. Gedachte Querstreifung, welche allerdings einigermassen an jene der Muskeln erinnert, lässt

*) Fig. 7.

**) a. a. O. Pl. II, Fig. 1.

sich unschwer sehen und sie ist wohl verschieden von den vorhin erwähnten Schichtungslinien. Allein ich vermag nicht dieser Erscheinung ein sonderliches Gewicht beizulegen, da ich mich durch genaue Betrachtung des Baues überzeugt zu haben glaube, dass nur die Hülle oder Zellenmembran es ist, welche durch feinste Faltenbildung die Querstreifung bewirkt*). Und überdies stellt sich bei vergleichendem Betrachten anderer Elemente der Epidermis heraus, dass fragliche Querstreifung nicht etwas den Kolben eigenartiges ist. Denn auch gewöhnliche, lang ausgezogene Epidermiszellen, mit Tauchlinsen untersucht, bieten eine unverkennbare, feine Querstreifung dar, und die ebenfalls durch die sich faltende Hülle hervorgerufen erscheint.

Mit den übrigen zelligen Elementen der Epidermis haben die Kolben auch gemein, dass sie in Anpassung an die Nachbargebilde nicht immer glattrandig sind, sondern in mannichfacher Weise buchtig eingedrückt und in Kanten vorspringend.

Bei einem und demselben Thiere zeigen die Kolben grosse Verschiedenheiten in der Form: bald kurz und dick, sind sie wieder lang und schlank; mit innerem Canal oder ganz solid aussehend. Insbesondere bietet auch das untere Ende oder der Fuss grossen Wechsel und, wie schon angegeben, bezeichnen wohl diese Formen Zustände, in denen der lebendige Kolben sich nach und nach vorübergehend befinden mag, die jetzt aber durch Härtung erhalten geblieben sind.

Ein gewöhnliches Bild ist jenes, wo der Fuss, unter Verbreiterung, scharf und quer abgeschnitten erscheint, dabei aber in Ecken aufgebogen, indem sich die Endfläche auf und zwischen die Hügel, in welche die Oberfläche der Lederhaut ausgeht, hineinzuschicken hat**). Ein andermal sehen wir das Ende des Fusses dicht zackig oder eingeschnitten, in Anpassung an die feinzackige Beschaffenheit der Lederhaut. Im Gegensatz hiezu treffen wir auch wohl das untere Ende bauchig vorgequollen und einfach abgerundet.

Endlich fand ich auch, dass auf ganze Streeken hin sämmtliche Kolben nach unten in einen Faden ausliefen***). Dies Verhalten zeigte sich sowohl an einem *Petromyzon marinus,* dessen Haut frisch in doppelchromsaures Kali eingelegt worden war, als auch an einem frischen *Petromyzon fluviatilis,* auf den kurze Zeit sehr schwacher Weingeist eingewirkt hatte. Die Epidermis mit der Nadel abgehoben und von unten betrachtet, gewährt hier einen ganz eigenen Anblick, indem man gewissermassen

*) Siehe die eben angeführte Figur.

**) Vergl. Fig. 1, b.

***) Fig. 5, b.

einen Wald spitz zulaufender Fäden vor sich hat, und letztere sind eben die feinausgezogenen Enden der Kolben und der zweiten nachher zu besprechenden Zellenart.

Bei *Petromyzon marinus* und *P. fluviatilis* sassen an den von mir untersuchten Hautschnitten die Kolben im Allgemeinen mit dem Fuss dicht der Lederhaut an: doch traf es sich auch, dass sie von diesem Boden abgehoben erscheinen und also höher in der Epidermis standen. Hiebei machte sich noch gern die Lücke bemerklich, in der sie früher auf dem Corium gesessen waren. Mögen sie aber auch alle noch mit dem Fusse die Lederhaut erreichen, so ragen sie immerhin wegen verschiedener Grösse und Ausbildung des einzelnen Kolbens verschieden weit in die Epidermis selber herauf.

Nicht zu verkennen ist ferner, dass der Charakter der Species Einfluss auf Grösse und Form der Kolben hat: jene von *Petromyzon marinus* sind länger als diejenigen von *Petromyzon fluviatilis*; die von *Petromyzon Planeri* sind nach den darüber vorhandenen Angaben zu schliessen, noch kürzer.

Am oberen abgerundeten Ende ist in den weitaus meisten Fällen keine Spur einer Oeffnung zu bemerken; sind jedoch die Kolben durch Zusatz von Kalilauge sehr gequollen, so kann sich an gedachtem Orte eine Durchbrechung oder Oeffnung zeigen und die zwei Kerne sammt protoplasmatischer Umhüllung treten hervor*). Mit Glycerin behandelte Kolben erscheinen auch wohl derartig gequollen, dass der Innenraum sich erweitert und der schaligen Sonderung der Substanz folgend, ausgesprochene Zickzacklinien annimmt, auch nach unten zu gleichsam in einzelne Spalträume sich zerlegt.

—

Wenn wir jetzt die Frage zu beantworten suchen, als was die Kolben anzusehen sein mögen und welchen andern Gebilden wir sie anzuschliessen haben, so wird wohl gegenwärtig im Hinblick auf *Petromyzon*, Niemand mehr jenem Theil der Auffassung M. Schultze's beipflichten wollen, wonach die Kolben musculöser Natur wären. Die feine Querstreifung ist, wie oben dargethan, als Faltung der Hülle von untergeordnetem Werthe und nicht einmal etwas eigenartiges für die Kolben, da sie auch an anderen zelligen Elementen der Epidermis auftreten kann.

Die übrigen Beobachter neigen alle mehr oder weniger bestimmt der Ansicht zu, dass die Kolben secretorischer Natur seien. Sonach, da sie gleichwerthig sind

*) Fig. 8.

einer einzelnen umgebildeten Epidermiszelle, dürfen sie für eine den einzelligen Drüsen verwandte Bildung erklärt werden.

Zu dieser von mir bezüglich der Kolben der Knochenfische von Anfang an geltend gemachten Auffassung führen mich die gegenwärtigen Untersuchungen zurück. Sie lehren, dass wir es mit Zellen der Oberhaut zu thun haben, deren Protoplasma sich grossentheils in eine stark lichtbrechende, geschichtete und selbst dem Fadigen sich nähernde Substanz umgesetzt hat. Föttinger will sogar beobachtet haben, dass diese Substanz auf die freie Fläche der Epidermis nach und nach heraustritt. Nach meinen Beobachtungen an *Petromyzon fluviatilis* bleibt aber ein solches sich Oeffnen der Kolben immer nur ein künstliches, mehr einem Platzen vergleichbar, das durch starke Quellung verursacht ist.

Wollen wir uns mit der Auffassung, dass die Kolben den einzelligen Drüsen morphologisch vergleichbar seien, nicht begnügen, sondern wünschen wir ihr Wesen noch im Engeren bestimmt zu sehen, so halte ich eine Andeutung Eberth's für zutreffend. Nachdem nämlich der Letztere jene mit eigenthümlichem Inhalt ausgestatteten Epidermiszellen bei *Bombinator igneus* aufgefunden hatte und sich bemüht, deren Bedeutung zu erforschen, bemerkt er: „Ich bin schliesslich dabei stehen geblieben, dass es sich wohl um verwandte Bildungen handelt, wie sie in der Haut von Petromyzonten vorkommen." Gedachte Verwandtschaft — wollen wir beisetzen — beschränkt sich natürlich darauf, dass Beides Zellen sind und der vom Protoplasma gelieferte, stark lichtbrechende Stoff in den beiden Thiergruppen etwas Zusammengehöriges sein möge.

Vielleicht könnte man noch jenem Theil der Ansicht M. Schultze's, dass die Kolben bei *Petromyzon* zugleich Endorgane der Nerven seien, beitreten. Mir selber ist es zwar, so wenig wie an den echten Schleimzellen, gelungen eine wirkliche Verbindung zwischen den Nervenausläufern der Lederhaut und den Kolben zu sehen; auch nicht in den Fällen, wo die letzteren mit feinfädig auslaufendem Ende, im isolirten Zustande, zahlreich vor Augen lagen. Am ehesten lassen noch mitunter Schnitte durch die ganze Haut die Vermuthung, dass ein derartiger Zusammenhang bestehen möge, aufkommen. Denn es tritt da und dort ein blasser, nervöser Streifen hart bis an die Grenze der Lederhaut, gerade unterhalb des Kolbens; und man möchte glauben, dass der nervöse Faden auf den Achsenfaden oder den inneren Hohlraum des Kolbens trifft, wonach dann das Protoplasma im bauchigen Abschnitt sammt den dort befindlichen zwei Kernen die Geltung als Ende der Nerven erhalten würde.

Wollten wir nun auch eine solche Annahme für zulässig halten, so steht uns

doch wieder der Umstand entgegen, dass die blassen, feinkörnigen Nervenstreifen des Coriums, welche da und dort die Richtung gegen den Fuss des Kolbens nehmen, wegen geringer Zahl nicht entfernt im Stande wären, alle Kolben auf solche Weise zu versorgen, auch wenn sie sich noch in die allerfeinsten Fäserchen zertheilten. Die Zahl jener Kolben, welche den Nerven aufsässen, würde alsdann sehr klein bleiben gegenüber von den vielen andern, welche der Nervenverbindung ermangeln müssten. Immerhin wäre dies kein durchschlagender Einwurf; denn ich darf anführen, dass in den verschiedenen Fällen, wo ich bei Würmern, Arthropoden und Weichthieren auf Verbindungen einzelliger Hautdrüsen mit Nerven hinzuweisen hatte, es ebenfalls nur einzelne Zellen waren, welche in gedachter Art ausgezeichnet erscheinen*).

An den Kolben der Knochenfische kann das anscheinend Specifische, welches jene des *Petromyzon* an sich haben, mehr zurücktreten. Die Kolben in der Haut der Aalrutte, *Lota vulgaris*, weisen durch den Besitz eines protoplasmatischen, den Kern enthaltenden Fusses, deutlicher auf Schleimzellen hin; wobei dann die gallertige Innensubstanz des bauchigen Theils dem Secretraum sammt Inhalt der Becherzelle zu entsprechen hätte. Der Mangel einer Oeffnung und das stark glänzende, härtere Käppchen entfernt sie aber wieder von den eigentlichen Schleimzellen, so dass wir es eben wohl mit Bildungen zu thun haben, welche im allgemeineren Sinn als verwandte zusammengehören mögen, im Besonderen aber doch durch starke Verschiedenheiten getrennt bleiben.

7. Körnchenzellen.

In der Epidermis der Cyclostomen finden sich ausser den Kolben noch merkwürdige, unter dem Namen Körnchenzellen zuerst durch Kölliker bekannt gewordene Körper. Auch diese Elemente sind in grosser Menge zugegen, dabei von wechselndem Umfang und was das Aussehen im Ganzen betrifft, so haben sie gegenüber von den Kolben etwas Weiches im Umriss. Von Gestalt sind es ungefähr kuglige Gebilde, versehen mit einem oder mehreren langen Fortsätzen, welche in die Tiefe, zur Oberfläche der Lederhaut streben. Der Zellenkörper liegt weit oben in der Epidermis, unmittelbar unter der Hornschicht**). Gleich den andern Elementen der Epidermis behalten sie im gehärteten, isolirten Zustande mancherlei Einbuchtungen und kantige Zuschärfungen als Folge der Anpassung an die Umgebung.

*) Vergl. auch meine Bemerkungen über die Nerven der Drüsen bei Insecten, Archiv für mikrosk. Anat. 1876.

**) Fig. 1, c.

Ein weiteres auf Form und Bau gerichtetes Studium an *Petromyzon marinus* brachte mir noch Folgendes zur Kenntniss*).

Den Zellenkörper umschliesst eine Membran, die nach oben, gegen das abgerundete Ende zu, dünner ist als rückwärts, wesshalb die dunkle Umrisslinie dort ins Zarte sich umsetzt. Dass es sich um eine wirkliche Membran handelt, ergiebt sich auch daraus deutlich, dass im Falle durch Reagentien das Protoplasma sich zurückzieht, jetzt ein lichter Raum zwischen Membran und Zellsubstanz sich aufthut, durch welchen am vorderen Umfang sich feine fadige Spitzen des Protoplasma hinspannen. Es kann auch die Membran einreissen und den Inhalt vorquellen lassen.

Die Zellsubstanz scheidet sich in zwei Partien: in eine obere, welche nach aussen gewendet und körnig ist, und in eine hintere helle, nichtkörnige, von welcher die Fortsätze ausgehen. In letzterer liegt auch der mit Nucleolus versehene Kern. Hat man freilich schon in mannichfacher Weise veränderte, insbesondere stark gequollene Körper vor sich, dann gewinnt es den Anschein, als ob die Membran einen einfach körnigen Ballen umschliesse. Der körnerlose Theil des Protoplasma, welcher den Kern birgt, kann sich in gewisser Lage und nach Reagentien auch so scharf als besonderer dicker Streifen oder als eine den Kern schalig umgebende Substanz abheben, dass man an jene Form von Ganglienzellen erinnert wird, bei welchen vom Kern der Fortsatz abgeht**). Offenbar hat bereits F. E. Schulze von diesem Sachverhalt etwas gesehen, ohne darüber ins Klare zu kommen: denn das „zirkelkopfähnliche Gebilde“ im Innern des Zellenkörpers, welches mit den Fortsätzen in unmittelbarer Verbindung steht, ist eben dieser den Kern bergende Theil des Zellenleibes. Allerdings weiss ich nicht anzugeben, warum man doch nur verhältnissmässig selten gedachte Sonderung zu Gesicht bekommt; noch am ehesten gelingt solches an Hautstücken, welche man der Einwirkung von doppelchromsaurem Kali ausgesetzt hatte.

Der aus dem hellen Theil des Protoplasma abgehende Fortsatz, welcher sich gern näher oder entfernter vom Zellenkörper gablig theilt, kann deutlich auf Strecken hin fein quergestreift sein; was abermals kund gibt, dass die oben besprochene Querstreifung der Kolben nichts Specifisches ist.

Da die Fortsätze sämmtlich in die Tiefe, zur Oberfläche der Lederhaut, sich wenden, so habe ich eifrig besonders darnach getrachtet, das eigentliche Ende der-

*) Vergl. Fig. 6, welche die Körnchenzelle in verschiedenen Zuständen darstellt.

**) Vergl. Fig. 6, die zwei Zellen rechts.

selben kennen zu lernen. Da Schnitte durch die Haut hierüber keinen Aufschluss geben, indem sich hiebei die Fäden zwischen die Zellen der Epidermis nach unten wieder dem Blick entziehen, so hob ich an der, in doppelchromsaurem Kali gelegenen Haut von *Petromyzon marinus*, mit der Nadel kleinste Stückchen der Epidermis ab und suchte dieselbe mehr durch Rütteln des Objectglases als durch Instrumente zu zerlegen.

Es kommt jetzt an den auf so sachte Weise frei gewordenen Zellen mehreres Beachtenswerthe zum Vorschein: zunächst dass die Gabeläste des Fortsatzes sich wieder theilen können; sodann überzeugt man sich, dass die bereits sehr fein gewordenen Fortsätze sich noch um vieles weiter erstrecken, als die bisherigen Zeichnungen versinnlichen. Sie ziehen sich in geradezu unmessbare feine Fädchen aus. Einigemal hat es mir denn auch geschienen, als ob ein derartiges Fädchen mit ebenso feinen Bruchstücken von Fäserchen zusammenhinge, welche zwischen den untersten Lagen der Epidermiszellen hin und wieder bemerkbar waren; wäre das letztere Verhalten ein erwiesenes, so gäbe es einen Fingerzeig, um die Natur der Körnchenzellen morphologisch bestimmen zu können; aber ich bin trotz aller hierauf verwandten Mühe über diesen Punkt unsicher geblieben. In den weitaus meisten Fällen reisst selbst der Faden schon da ab, wo er anfängt ganz fein zu werden. Es kommt auch vor, dass die neuen Gabeläste mit Verbreiterung aufhören; allein dies deute ich auf Stellen, wo nach Abbrechen des Fortsatzes eine Quellung stattgefunden hat: denn die feinen Enden, von welchen eben die Rede war, müssten erst viel später folgen.

Sollte es in der That noch gelingen, den Zusammenhang der feinsten Ausläufer unter sich darzuthun, und eine eben solche Verbindung mit Nervenfäserchen, welche von der Lederhaut in die Epidermis eintreten, so wäre der Platz, wo die fraglichen Elemente einzureihen seien, bestimmt. Denn die Körnchenzellen würden alsdann, trotz sonst abweichendem Wesen, mit jenen pigmenthaltigen oder pigmentfreien Strahlenzellen zusammenzustellen sein, von welchen nachher Einiges zu sagen sein wird.

Immerhin würden gegenwärtige Elemente, ausser mehreren der angeführten Eigenschaften, noch durch andere bisher nicht bekannt gewesene Züge sich unterscheiden.

Es macht sich nämlich im Innern der Zelle, abgesehen von dem eigentlichen Kern, noch ein anderes kugliges Gebilde hin und wieder bemerklich, welches entweder von körnigem Aussehen ist und alsdann wie eine Art zweiter Nucleus sich darstellt; oder es erscheint vollkommen wasserklar und hebt sich dadurch eher wie

eine Vacuole oder Secretbläschen von der körnigen Umgebung ab. Ferner habe ich auch hie und da noch einen zapfenartigen Fortsatz wahrgenommen, welcher aus der Zelle hervorstand; bald von demselben blassen Wesen, wie das Secretbläschen, bald zu einem anscheinend fadigen Theil von scharfrandigem Aussehen zusammengefallen. Beidemal erhalten wir den Eindruck, als ob der Fortsatz zu der Vacuole oder dem Secretbläschen in Beziehung stände*).

Das eben Mitgetheilte kann die Vermuthung erwecken, dass auch an den Körnchenzellen ein secretorischer Vorgang mit im Spiel ist; was im Zusammenhang mit der möglicherweise bestehenden Nervenverbindung an solche Sinnesepithelien erinnern darf, bei welchen empfindende und abscheidende Thätigkeit vereint sein mag.

Noch sei bemerkt, dass die Körnchenzellen dem Umriss nach und durch ihre langen Fortsätze lebhaft an Ganglienkugeln mit Ausläufern erinnern; aber das Aussehen der Körnchen, welche ziemlich grobbröcklig sind, deutet ein grösseres Lichtbrechungsvermögen an, als solches den Körnern echter Ganglienkugeln zukommt.

8. Strahlenzellen mit und ohne Pigment.

Der Abhandlung über die Hautdecke und Schale der Gastropoden**) habe ich eine Beilage angefügt, in welcher unter der Aufschrift: „Die verästigten Zellen im Epithel und der Lederhaut", die hier gemeinten Elemente im Zusammenhang und nach ihrer Bedeutung besprochen werden.

Aus der Epidermis der Fische hatte ich früher nur die mit Pigment erfüllten verzweigten Zellen — also Chromatophoren — angezeigt. Deshalb ist jetzt zu erwähnen, dass hier die hellen, nicht pigmenthaltigen Strahlenzellen ebenfalls zugegen sind. Hievon habe ich mich z. B. an *Cyprinus carassius* überzeugt. Im frischen Zustande der Haut wird man ihrer jedoch schwer ansichtig: schwache Lösungen von doppelchromsaurem Kali sind anzuwenden, um sie deutlich hervortreten zu lassen. Sie erscheinen jetzt als helle Zellen, deren zum Theil lange, verästigte Ausläufer sehr fein sind und ohne Spur von Pigment; der Kern kann im frischen Zustande ein gewisses glänzendes Aussehen haben.

Ganz besonders schön lassen sich die Strahlenzellen aus der Epidermis der Larven von *Pelobates fuscus* isoliren***). An einem Thier, das etwa über Nacht in sehr schwach angesäuertem Wasser liegt, zerfällt die Epidermis von selber in die

*) Vergl. Fig. 6, die drei oberen Zellen.

**) Archiv f. Naturgesch. 1876.

***) Fig. 32, c.

gewöhnlichen Epidermiszellen und in die gedachten Elemente. Letztere sind lang verzweigte Gebilde, der Körper und die Ausläufer dicht erfüllt mit Pigment, und noch jenseits des Pigmentes setzen sich die Ausläufer, sehr zart und blass geworden, bis zu unmessbarer Feinheit fort.

Wie man in der Klasse der Amphibien überhaupt die Contractilität der ästigen Chromatophoren verhältnissmässig leicht beobachten kann, so auch hier an unseren Larven. Das vom lebenden Thiere abgeschnittene Hautstück zeigt uns die langhin ausgezogenen verästigten, durch das Pigment schwarzen Zellen. Setzen wir alsdann die Larven in schwach angesäuertes Wasser, so sind aus den schwarzen Netzfiguren einfach längliche, spindelförmig angeschwollene Gebilde geworden.

Man muss wohl diesen zelligen Elementen in der Epidermis eine grössere Bedeutung zugestehen, seitdem festgestellt ist, dass sie mit Nerven zusammenhängen. Ich beziehe mich hiebei auf die unter meiner Anleitung erschienene Arbeit von Ribbert über die Anatomie der Hautdecke bei Säugethieren*). Dort wird der Nachweis geliefert, dass die verzweigten Zellen mit Ausläufern von Nerven, welche von der Lederhaut her in die Schleimschicht der Oberhaut eintreten, sich in Verbindung setzen.

II. Becherförmige Sinnesorgane.

1. Fische.

Die Zahl der Beobachter, welche sich bisher die Erforschung des Baues der becherförmigen Organe der Fische hat angelegen sein lassen, ist nicht gross zu nennen und überdies weichen die vorhandenen Angaben in nicht unwesentlichen Punkten von einander ab.

Ich selber liess, als ich im Jahre 1850 zuerst auf die Anwesenheit dieser Körper als „merkwürdiger Gebilde“ in der Oberhaut der Fische hinwies**), dieselben aus Zellen von einerlei Art bestehen. Dieselben seien verlängert, mit einem Kern versehen und besässen eine gewisse Aehnlichkeit mit den musculösen Faserzellen. Zwölf Jahre nachher nahm F. E. Schulze***) die Untersuchung auf und theilt als Ergebniss mit, dass die Organe aus zwei gänzlich verschiedenen Arten von Zellen zusammengesetzt seien. Die einen seien einfache Cylinderepithelzellen von allerdings

*) Archiv f. Naturgeschichte, 1878.

**) Ueber d. Haut einiger Süsswasserfische, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850.

***) Ueber d. becherförmigen Organe der Fische, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1862.

ausserordentlicher Länge, die andern dünne, stäbchen- oder fadenförmige Elemente oder Nervenendzellen.

Die Darstellung des histologischen Baues welche F. E. Schulze gegeben hat, erfreut sich der allgemeinen Zustimmung der deutschen Morphologen, ohne dass freilich, wie mir scheint, auch nur ein Einziger die Untersuchung des Gegenstandes bei Fischen selbst vorgenommen hätte.

Der nächste Beobachter, Jobert*), meldet als neuen Fund, dass eine feinkörnige Substanz ausser den Zellen vorhanden sei, in welche sich zunächst die Achsencylinder der Nervenfasern auflösten. Und was die zelligen Elemente des Organs betrifft, so gelten sie dem französischen Anatomen einfach als fadenförmig verlängerte Epidermiszellen ohne sonstige Auszeichnung.

Die letzte mir bekannt gewordene Arbeit über besagte Organe lieferte Zincone**). Er unterscheidet an *Mullus* drei Zellenformen: sehr lange Zellen, deren Fuss sich verästigt; dann feinere mit mittlerer Anschwellung für den Kern; endlich solche, welche sich durch eine grössere Anhäufung von Protoplasma um den Kern hervorheben. Darüber jedoch, ob diese Zellen unter sich von wirklich verschiedener Art seien, bleibt der Autor zweifelhaft: er meint, die letzteren könnten auch Jugendzustände der zweiten Form sein. Eine anscheinende Bestätigung von der Gegenwart der „körnigen Substanz" geben die Abbildungen. Stifte oder Härchen („ciglia o setole") am Vorderrande des Organs seien nicht zu finden gewesen.

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, dass genauer genommen die Beobachter nur in wenigen Puncten übereinstimmen: Die Organe bestehen aus Zellen und diese, aus der Epidermis hervorgegangen, tragen noch mehr oder weniger den Charakter verlängerter Epidermiszellen.

Es lag daher nahe, nachdem ich mich mit den entsprechenden Bildungen bei Amphibien und Reptilien in der Zwischenzeit beschäftigt hatte, auch auf die Sinnesbecher bei den Fischen zurückzugreifen. Ich that dieses, indem ich den Hecht, *Esox lucius*, den Flussbarsch, *Perca fluviatilis* und Kaulbarsch, *Acerina cernua*, die Karausche, *Cyprinus carassius*, endlich die Aalrutte, *Lota vulgaris*, untersuchte und ich glaube in der morphologischen Kenntniss besagter Bildungen einen Schritt vorwärts gethan zu haben.

Wesentliche Unterschiede kamen bei den einzelnen Species kaum zum Vor-

*) Études d'anatomie compareé sur les organes du toucher, Ann. d. sc. nat. 1872.

**) Osservazioni anatomiche su di alcune appendici tattili dei pesci. Rendiconto della Reale Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Settembre 1876.

schein und halte ich mich daher in der näheren Beschreibung nur an eine Art, an den Hecht, weil sich gerade an ihm zuerst ein besserer Einblick thun liess. Die Theile wurden sowohl dem eben getödeten Thiere entnommen und sonach ganz frisch untersucht, als auch nach Einwirkung von chemischen Hilfsmitteln. Es empfehlen sich besonders die Sinnesbecher aus der Mund- und Rachenhöhle, namentlich die am Gaumen stehenden.

Das ganz frische Organ erscheint ziemlich blass und fein granulär; doch so, dass gegen das freie Ende zu eine deutliche Zeichnung von zusammenneigenden Streifen oder Stäbchen erkennbar ist. In dem hinteren Theile liegen Kerne, deren umschliessende Zellenkörper sich kaum und dann nur durch zarte, verschwommene Linien abgrenzen*).

Richten wir den Blick bei starker Vergrösserung, unter Anwendung von Tauchlinsen und selbstverständlich bei Vermeidung alles Druckes, auf die kreisrunde, von der Epidermislücke umzogene freie Fläche oder den Gipfel des Organs, so wird uns klar, dass der „Sinnesbecher“ sich in eine Mitte und eine Rinde scheidet. Die Rinde wird gebildet von den erwähnten Streifen oder stabähnlichen Linien, welche von aussen her zusammenneigen; die sich abhebende Mitte, man könnte auch sagen, das Mark, stellt sich zunächst als eine feinkörnige Substanz dar**).

Gehen wir nun wieder zurück zur Betrachtung der Seitenfläche des Bechers, und fassen einen Strich oder Stab scharf ins Auge, so löst sich je ein solcher „Stab“ in zwei Seitenlinien von feinst granulärer Natur auf, während dazwischen eine helle homogene Achse hinzieht. Ist das Organ noch in lebendem Zustande, ganz unverändert und dabei etwas zurückgezogen, so können wir auch als Fortsetzung und Ende der eben gedachten Achse der Stäbchen eine kurze feine Borste wahrnehmen***).

Prüfen wir, soweit gekommen, jetzt von neuem die vorhin als „feinkörnig“ bezeichnete Oberfläche der Marksubstanz, so löst sich bei aufmerksamsten Zusehen dieselbe auf in dicht aneinanderschliessende, die freie Fläche bildende Ringelchen, wovon jedes ein schärfer gezeichnetes Knöpfchen oder Höckerchen umschliesst†).

Durch Anwendung chemischer Mittel, namentlich von Osmiumsäure und doppelchromsaurer Kalilösung in sehr verdünntem Zustande, werden die Umrisse schärfer.

---

*) Vergl. Figur 25.

**) Fig. 25, das Organ links.

***) Fig. 27.

†) Fig. 26.

Hiedurch, und indem wir jetzt auch die Organe mit Nadeln zu zerlegen suchen, ergibt sich uns folgendes.

An den Zellen, welche die Rinde des Organs erzeugen, lassen sich unterscheiden: ein unterster feinkörniger Theil welcher den Kern birgt und am Ende fasrig sich auffranzt; dann weiter nach oben eine leichte bauchige Anschwellung; hieran schliesst der stabförmig verengte Theil; zuletzt folgt eine kurze, feine Borste als Endstück*). Eine Art innerer Hohlraum der Zelle, von dem bauchigen Theile beginnend, durch den stabförmigen Abschnitt sich fortsetzend, und abschliessend mit der „Borste", kann jetzt wegen härterer Linien noch mehr sinnenfällig werden.

Die Zellen der Mitte sind kürzer, dicklicher, granulärer, birnförmig. Das obere Ende scheint nur wie durch ein Deckelchen oder Cuticularkäppchen geschlossen, dessen Verdickung das erwähnte Knöpfchen vorstellt.

Was die feinkörnige Substanz betrifft, welche nach Jobert vorhanden sein soll, so bin ich darüber nicht ins Klare gekommen. Das nach unten gerichtete Ende der Zellen erscheint, wie schon bemerkt, aufgefranzt oder in feinste Fäserchen aufgelöst. Mir dünkt nun, dass die Masse dieser Fäserchen, in der Eintiefung der Lederhautpapillen liegend, eine anscheinend körnig grümelige Substanz erzeugen kann; vielleicht unter Mitwirkung der aus der Papille getretenen Achsencylinder der Nervenfasern.

Was die Mündung anbetrifft, so sind besagte Organe für sich nicht mit einer Höhlung versehen, sondern sie stellen massige Bildungen vor. Die Oeffnung über ihrem Gipfel gehört dem Epithel oder der Epidermis an. Im optischen Schnitte lebender „Sinnesbecher" zeigt sich nicht selten die Epithellücke oder Spalte durch Zurückziehen des Zellenkörpers vertieft, ja wie trichterförmig eingesenkt**). Die Zellen des Organs bilden Boden und Rückenwand der Mulde oder des Trichters. Das Zustandekommen dieser Eintiefung, sowie die sehr wechselnde Weite der Oeffnung ist schwer zu verstehen, wenn man nicht eine Contractilität der zelligen Elemente gelten lässt. Eine zusagendere Erklärung wäre freilich, wenn man im Gewebe der Papille musculöse Elemente nachweisen könnte, was bis jetzt nicht gelingen will.

Noch sei im Hinblick auf die anderen oben genannten Fischarten bemerkt, dass, wie ich schon längst angezeigt, die „Becher" bald einen geraden cylindrischen, bald einen kegelförmigen, ein andermal einen nahezu kugeligen Umriss darbieten können.

*) Fig. 27.

**) Fig. 28, Fig. 29.

In ganz frischem oder lebendem Zustande stellen sich die das Organ zusammensetzenden Zellen in der Beschaffenheit dar, wie sie oben erörtert wurde. Leicht aber — ich sah es z. B. an *Cyprinus carassius* — ändert sich dies dahin um, dass die bezeichnete lichte Zone oder der Innenraum sich in eine helle längliche Vacuole umsetzt, welche nach hinten bogig abschliesst, nach vorn aber wie geöffnet erscheint*).

Höchst schwierig bleibt es immer, die Endborsten wahrzunehmen, da sie sehr vergänglicher Natur zu sein scheinen. Man kann viele der Organe ausschneiden, ohne etwas von Borsten ansichtig zu werden. Und selbst wenn man sie an dem einen „Becher" gewahrt, will wieder das Auffinden derselben an denen der nächsten Umgebung nicht gelingen. Am ehesten kommen sie zum Vorschein, wenn die Oeffnung des Organs sich mulden- oder trichterförmig eingezogen hat**). Alsdann neigen die kurzen, blassen Börstchen so gegen einander, wie es etwa in der Puppenhülse des Nachtpfauenauges, *Saturnia carpini*, jene Borsten thun, welche die bekannte „Fischreuse" erzeugen. Ein eigentliches freies Hervorragen der Borsten aus der Oeffnung der Epidermis heraus, habe ich niemals wahrgenommen.

Noch sei der Veränderungen gedacht, welche die zelligen Elemente der Organe macerirt in verdünnten Lösungen von doppelchromsaurem Kali, durchmachen***). Die einen der Zellen sind wie zu schmächtigen Fasern geworden mit leichter Auftreibung nach vorn zu: andere zeigen sich in derselben Richtung stärker verbreitert durch eine längliche Vacuole, welch letztere selbst wieder einfach körnig gefüllt sein kann, ein andermal wie von einer Art zarten Balkenwerks durchzogen. Auch die Partie jenseits der Vacuole kann sich verschieden darstellen: häufig fadig verengt oder zusammengefallen, ist sie zuweilen ein streifig-körniges Klümpchen; dann auch wieder ein wirkliches, scharfrandiges kurzes Fädchen mit zugespitztem Ende; auch wohl ein glänzendes Endknöpfchen. Nicht selten ist der fein ausgezogene vordere Theil der Zelle plötzlich so verbreitert, wie wenn er zu einer vorher freien, jetzt zusammengezogenen Oeffnung gedient hätte.

In Organen, welche in noch schwächeren Lösungen lagen, ist die Zahl jener welche den mehr oder weniger veränderten Innenraum erkennen lassen, grösser als in solchen, welche stärkeren Lösungen ausgesetzt waren. In letzteren sind jene Formen häufiger, welche ein scharfrandiges, stabartiges Wesen zeigen; wobei ein feines Endknöpfchen oder Fädchen abgelöst von der Zelle, deutlich sein kann.

---

*) Fig. 15.
**) Fig. 28, Fig. 29.
***) Fig. 30.

Den Mittheilungen, welche ich schon früher über die Papille, ihre Gefässe und Nerven vorgelegt habe, finde ich nichts wesentliches hinzuzufügen. Die Papillen der äusseren Haut sind gern mehr oder weniger pigmentirt; jene der Mund- und Rachenhöhle sind meist unpigmentirt. Bei mancher Art scheinen sie durchweg eine etwas kurze und dickliche Gestalt zu haben, z. B. beim Hecht. Am Gaumen trifft man gern sehr grosse Papillen, auf welchen dann erst mehr oder weniger zahlreich die kleinen mit den „Bechern" gekrönten Erhebungen stehen*).

Fassen wir das Allgemeine wie es sich aus den vorangegangenen Untersuchungen ableiten lässt, zusammen, so gelangen wir ungefähr zu nachstehenden Sätzen:

Auch die zelligen Elemente der becherförmigen Organe der Fische zerlegen sich in eine Rinden- und in eine Achsenschicht, entsprechend dem, was ich bei Reptilien und Amphibien als Mantelzellen und als zelligen Innenkörper unterschieden habe.

Die Borsten mit welchen die Zellen der Rindenlage nach vorn abschliessen, gehören sonach ebenfalls nur dem Rande an und ich vermuthe, ohne dass ich im Augenblick den Gegenstand von neuem vorgenommen hätte, dass die feinen Spitzen der die Wand des Organs bei unsern Eidechsen erzeugenden Zellen, welche einen streifigen Saum hervorrufen**) mit diesen Borsten der Becher bei Fischen zusammenzustellen sind.

Die Zellen der Mitte oder Achse haben keine Borsten, wohl aber sitzt dem freien Ende ein Knöpfchen oder Spitzchen auf von stärkerem Lichtbrechungsvermögen. Den letzteren Gebilden für gleichwerthig halte ich die, je nach der Einstellung als Ringe oder als feine Spitzen, immer aber von glänzendem Aussehen sich zeigenden Endtheile der Zelle, welche ich an den Organen der Larven von *Triton* gesehen habe***). Ebenso möchte ich die von mir bei *Anguis fragilis* wahrgenommenen „Stiftchen und walzigen Fäden", welche aus der Mündungsstelle der Sinnesbecher hervorragten, in die gleiche Reihe von Bildungen bringen.

Man darf daher annehmen, dass es zweierlei haarähnliche Gebilde an unsern

*) Eine derartige „Stammpapille, welche sich in fünf Ausläufer zerspaltet, an deren Ende die becherförmigen Organe sitzen" habe ich z. B. aus der Rachenschleimhaut eines *Leuciscus* bereits in der Histologie S. 299, Fig. 160 veranschaulicht.

**) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. S. 101, Taf. XII, Fig. 151.

***) Hautdecke u. Hautsinnesorgane der Urodelen, Morphol. Jahrbuch Bd. II, S. 301, Taf. XVIII, Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3.

Organen gibt: solche welche aus den Mantelzellen hervorgehen, blass und zart sind und von vergänglicher Natur; und zweitens andre den Innenzellen aufsitzend, welche einen scharfen, glänzenden Umriss haben und länger ausdauern.

Und so möchte ich an dieser Stelle abermals die Vermuthung äussern, dass die aus anderen Sinnesorganen der Wirbelthiere bis jetzt bekannt gewordenen unbeweglichen Borsten jenen Härchen der Randzellen der Hautsinnesorgane der Fische an die Seite zu setzen sind. So beispielsweise die von mir erwähnten langen, starren, leicht einschmelzbaren Haare im Nebengeruchsorgan der Reptilien. Auch schon manche Angaben bei Anderen leiten auf diesen Gedanken. Man betrachte z. B. die Tafeln und die Worte der Beschreibung in M. Schultze's Schrift über den Bau der Nasenschleimhaut. Dort wird bezüglich der „kleinen, stabförmigen Aufsätze" auf den „Nervenzellen" der Geruchsgrube des Hechtes bemerkt, es sei zweifelhaft, ob sie während des Lebens schon existiren oder erst durch die Chromsäure entstanden seien. Ja mit Rücksicht auf die Regio olfactoria des neugeborenen Kindes, in Chromsäure erhärtet, heisst es: die fadenförmigen Fortsätze auf der freien Fläche des Epithels scheinen hervorgequollene Theile der peripherischen Riechzellenfortsätze zu sein; an ganz frischen Präparaten war keine Spur über die freie Fläche des Epithels hinausragender Härchen zu erkennen.

Hält man nun damit zusammen, was ich über die Sonderung der Substanz der Rindenzellen ermittelt habe, so hat eben die von mir wiederholt vorgebrachte Auffassung eine gewisse Begründung, wonach die hinfälligen Borsten aus der hellen homogenen Innensubstanz, wie eine Art Abscheidung entstehen oder deren frei hervorragende Fortsetzung sind.

Die derberen Stifte der Innenzellen denke ich mir in gleicher Beziehung zum Zellenleib, mit dem Unterschiede, dass sie noch mehr den Cuticularbildungen sich nähern. Bei Thieren, welche auf dem Lande leben und also immer beeinflusst sind von der austrocknenden Luft, können die Haare bestimmter den eben angedeuteten Charakter annehmen, wie ich solches bereits bezüglich der Geckotiden hervorgehoben habe*).

Endlich gestatte ich mir, auch noch über die von F. E. Schulze bei verschiedenen Fischen beobachtete zarte, helle Röhre, welche die Borsten umschliesst,

*) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, Separatausgabe, S. 57. — Im Tagblatt der Naturforscherversammlung in Cassel, Herbst 1878, erklärt auch ein andrer Beobachter die stiftartigen Körper für Cuticularbildung. Die Blätter sind mir leider nicht mehr zur Hand, um genauer citiren zu können.

die Vermuthung auszusprechen, dass sie dem von den hellen zarten Fäden der Rindenzellen gebildeten Kranze entsprechen möge. Die eingeschlossenen Borsten sind nach genanntem Verfasser von starkem Glanze, was sich an das oben Dargelegte anschliessen würde.

Alle bisherigen Beobachter haben sich bemüht, den unmittelbaren Zusammenhang zwischen den Zellen besagter Organe und den hervortretenden Nervenfasern sich vor die Augen zu bringen. Doch ist dies eigentlich Keinem geglückt. Zwar auch diesmal gewahrte ich z. B. an *Cyprinus carassius* wie aus den Papillen des Mundrandes, nach abgehobenem Epithel ein oder das andere feine Fäserchen herausstehl, welche man wohl auf freie Achsencylinder zu deuten einiges Recht hat. Es ist wahrscheinlich, dass solche feine nervöse Fäserchen in die aufgefranzten Enden der Zellen übertreten mögen; — aber eine etwelche Sicherheit war hierüber nicht zu erlangen und es blieb bei solchen bruchstückartigen Wahrnehmungen.

Ueberblickt man übrigens die Mittheilungen, wie sie in Anbetracht der Nervenenden an den Sinnesbechern bekannt geworden sind, so darf man die Vermuthung hegen, dass nach Gattungen und Arten, wie auch in anderen Organisationen, typische Verschiedenheiten sich ausprägen werden. Man betrachte von diesem Gesichtspuncte aus z. B. die bildlichen Darstellungen, welche Jobert von *Mullus barbatus* gegeben hat*). Auch denke ich hiebei an dasjenige, was ich über terminale Ganglienkugeln, noch innerhalb der bindegewebigen Grundlage, bei Schlangen beobachtet habe**).

Endlich sei noch erwähnt, dass auch hier bei den Fischen, ähnlich wie ich es schon an den gleichen Organen der Schlangen erkannt, das Sinnesorgan ursprünglich völlig in der Epidermis vergraben ist, die Deckzellen sonach in ununterbrochenem Zuge darüber hingehen. Erst wenn nach und nach die Thätigkeit der Zellen des Innenkörpers zur Entwicklung kommt, entstehen einzelne kleine Oeffnungen, richtiger Lücken zwischen den Deckzellen, entsprechend in der Grösse den einzelnen Zellen des Innenkörpers. Zuletzt fliessen die kleinen Oeffnungen zu der grösseren zusammen, welche den Gipfel des Organs umgiebt.

2. Larven der anuren Batrachier.

Wie sich mir der Bau der Hautsinnesorgane bei den Urodelen dargestellt hat, wurde anderwärts ausführlich berichtet***). Die Organe aus der Mundhöhle der

*) a. a. O. Pl. 6. Fig. 47, Fig. 49.

**) Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 8, 1872, S. 334.

***) Ueber die allgemeinen Bedeckungen d. Amphibien, Archiv f. mikrosk. Anatomie 1876.

Froschlarven, über welche wir F. E. Schulze die bekannte schöne Abhandlung verdanken, hatte ich früher noch nicht in den Kreis der Untersuchung gezogen. Dies ist jetzt geschehen und ich erlaube mir auch darüber einige Bemerkungen.

Es wurden die Larven von *Pelobates fuscus* aus verschiedenen Stadien gewählt; Thiere ohne Gliedmassen, dann andere mit zwei und endlich solche mit vier Beinen.

Die „Geschmacksknospen" stehen nicht bloss auf Papillen, welche selbst wieder sehr verschieden gross sein können, sondern sind auch sonst über die Schleimhaut des Mundes, besonders des Gaumens verbreitet. Der Umfang der „Knospen" ist ein recht wechselnder, ja manche sind sehr klein. Die grösseren scheinen immer auf den Papillen zu sitzen; auch stehen sie gern gedoppelt beisammen. Näher geprüft, im frischen Zustande, zeigen sie sich nur zusammengesetzt aus einer Gruppe von Zellen, die hinten bauchig verbreitert, vorne fast stabartig verengt sind, demnach eine etwelche umgekehrt birnförmige Gestalt haben. An der Spitze kann ein glänzendes, rundliches Körperchen sich abheben. Feine Borsten als Randzone erblicke ich nicht**). Die gewöhnlichen Epidermiszellen bilden eine Schale um das Zellenpacket, welches selber durch ein gewisses dunkelkörniges Wesen von der umgebenden Oberhaut absticht. Somit herrscht im Ganzen doch eine grosse Aehnlichkeit mit den gleichen Gebilden bei den Larven der Urodelen.

Und so sehe ich auch wiederum von neuem, dass die „Sinnesbecher" ursprünglich von der Epidermis völlig überdeckt sind: Die Lage der Deckzellen geht ohne Unterbrechung über den Gipfel der Organe weg. In diesem Falle ist auch noch nichts von den scharfrandigen, glänzenden Spitzen oder Stiftchen der Zellen aufgetreten; letztere erscheinen erst, wenn die Deckzellen eine Oeffnung oder einen Durchgang frei lassen.

Nachdem die „Knospen" von der bindegewebigen Grundlage rein und scharf abgefallen sind, so zeigt die Oberfläche der Papillen eine schwache Mulde, welche zur Aufnahme der „Knospen" gedient hat.

Die „becherförmigen Organe" habe ich anderwärts als verwandschaftlich zusammengestellt mit den eigenartigen, von mir zuerst angezeigten Epithelplatten, welche die keulenförmigen Papillen der Zunge des Frosches krönen***). Hier an den Larven von *Pelobates* scheint im Auftreten und Verschwinden der beiderlei Gebilde eine Wechselwirkung zu bestehen. Man gewahrt, dass an grösseren Larven, die dem

*) Die Geschmacksorgane der Froschlarven. Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. 6.

**) Figuren 21, 22, 23.

***) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, Separatausgabe S. 54.

MARINE BIOLOGICAL WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Ende des Wasserlebens entgegengehen, zwar die Papillen, etwa des Gaumens, noch vorhanden, aber die Sinnesbecher geschwunden sind: ihr Platz zeigt sich von gewöhnlichen Epithelzellen eingenommen. In den Papillen selber sind Gefässe und Nerven noch sichtbar, doch scheint mir ein gewisses feinkörniges Wesen der Nerven anzudeuten, dass ein Vorgang der Rückbildung begonnen hat.

Bei Larven dieser Zeit ist bereits die Zunge als flaches und weiches Wärzchen aufgetreten und mit ihr die eigenartigen Epithelplatten („Schmeckplatten"). Sie stellen sich dar als vom übrigen Epithel abgegrenzte Partien, deren Zellen etwas dunkles an sich haben, hin und wieder auch Vacuolenbildung zeigen, sonst aber von zartem Aussehen sind ohne eigentlich specifischen Charakter. Zugleich mit der Anlage der Zunge sind auch die schlauchförmigen Drüsen dieses Organs da.

Es mag auch hier angeschlossen werden, dass bei *Hyla arborea,* deren Larven ich gleichzeitig untersuchte, die Menge der Sinnesbecher aussen am Kopf eine ganz ungemein grosse ist. Mir dünkt, nach der Erinnerung, dass die Larven des Laubfrosches hierin die anderen Batrachier übertreffen. Die „Becher" bestehen abermals aus Packeten birnförmiger Zellen. — Von Stelle zu Stelle heben sich an der Epidermis die Zellen mit den Büscheln langer Wimperhaare ab.

Anmerkung. Bereits vor längerer Zeit*) habe ich angezeigt, dass bei gewissen Hirudineen Organe vorkommen, welche den „Bechern" oder „Geschmacksknospen" der Fische verwandt seien. Bald nachher fand ich etwas Aehnliches bei Lumbricinen und sprach auch die Vermuthung aus, dass gewisse von Keferstein und Ehlers bei *Sipunculus* beschriebenen Organe die gleiche Bedeutung haben mögen.

Der feinere Bau ist noch wenig erforscht. Was ich an den Organen der Egel sah, erscheint in meinen Tafeln zur vergleichenden Anatomie versinnlicht. Jene der Lumbricinen hat unterdessen ein sorgfältiger Beobachter, v. Mojsisovics, geprüft und einige vorläufige Mittheilungen nebst Zeichnung darüber veröffentlicht.**) Vor Kurzem hat Eisig***) an einer anderen Gruppe der Anneliden, bei Capitelliden, verwandte Organe entdeckt und eine ins Einzelne gehende Darstellung des Baues gegeben.

III. Seitenorgane.

1. Knochenfische.

Es wäre wünschenswerth, alle die einheimischen Fische, Art für Art, auf das Seitencanalsystem untersucht zu sehen; sowohl was den Verlauf der Canäle betrifft,

*) Arch. f. Anat. u. Phys. 1861 (Augen und neue Sinnesorgane der Egel).

**) Kleine Beiträge zur Kenntniss der Anneliden, Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1877.

***) Die Seitenorgane und becherförmigen Organe der Capitelliden. Mittheilungen aus d. zool. Station in Neapel, Bd. I.

als auch die Weise der Mündungen, ferner das Verhalten zur Lederhaut, zu den Schuppen und Knochen, sowie endlich im Hinblick auf den histologischen Bau. Wie wenig zusammenhängend hierin unsere Kenntnisse sind, lässt sich z. B. aus dem Werke von Heckel und Kner: Die Süsswasserfische der österreichischen Monarchie, ersehen, obschon diese Ichthyologen mehr als Andre bei jeder Art auf das Seitencanalsystem geachtet haben. Nicht selten müssen sie sich auf allgemeinste Bemerkungen beschränken: z. B. die Kopfcanäle sind hier deutlich, dort undeutlich, auch wohl kaum sichtbar. Die vorläufigen Mittheilungen, welche Solger*) über die Seitenorgane der Fische veröffentlicht hat, erwecken die angenehme Hoffnung, dass durch diesen Anatomen der Gegenstand wird gefördert werden. Ich habe einstweilen und nur mit Rücksicht auf gewisse Fragen, die folgenden wenigen Arten untersucht: den Hecht, *Esox lucius*, dann den Stichling, *Gasterosteus aculeateus*, den Kaulbarsch, *Acerina cernua* und die Aalrutte, *Lota vulgaris*.

A. Die allgemeinen Verhältnisse der „Seitenlinie" des Hechtes sind, worauf zuerst v. Siebold in bestimmter Weise hingewiesen hat**), etwas eigenartig. Die Seitenlinie nämlich, insofern sie durch besonders geartete Schuppen ausgedrückt wird, erscheint hier fortwährend unterbrochen: es finden sich zwischen den „canalisirten" Schuppen zwei und mehr Reihen gewöhnlicher, nicht canalisirter Schuppen. Wie zum Ersatz aber sind oberhalb und unterhalb der Seitenlinie zerstreut ebenfalls canalisirte Schuppen zugegen, gewissermassen „accessorische oder rudimentäre Seitenlinien" wie Andre sie nennen.

Betrachten wir eine der „canalisirten" Schuppen bei mässiger Vergrösserung, so ergiebt sich bald, dass der „Canal" eigentlich eine Furche ist gebildet durch einen Ausschnitt am Hinterrande der Schuppe, wobei die Ränder etwas verdickt sind und sich auf- und einwärts biegen. Den Boden der Furche erzeugt die nächstanschliessende Schuppe. Man bemerkt nun ferner leicht, dass in der Furche eine Anzahl, sechs und mehr rundliche Hügel oder Körper dicht hintereinander liegen.

Wendet man sich dem näheren Studium der Hügel zu, so stellt sich heraus, dass sie den Bau der „becherförmigen Organe" haben, wobei sie aber, obwohl unter sich verschieden gross, doch im Allgemeinen umfänglicher sind als die „Becher". Es zeigt sich wieder eine zellige Zusammensetzung und abermals eine unzweifelhafte Sonderung der Elemente in eine Mittelpartie und in eine Randschicht. An den Zellen

*) Ueber die Seitenorgane der Fische, Leopoldina XIV.

**) Die Süsswasserfische von Mitteleuropa, Leipzig 1863, S. 326.

der Randschicht — Mantelzellen — unterscheiden wir ein etwas bauchiges hinteres Ende und einen vorderen, stabartig verengten Theil. Mit diesem neigen sie alle — bei Besichtigung des Organs von oben — schön strahlig zusammen. Das Ende der Mantelzellen ist eine zarte Borste und diese erscheint als Abschluss einer hellen Innenzone des stabartigen Theils der Zelle.

Die Zellen der Mittelpartie oder des innern Ballens sind körniger, kürzer und breiter und an ihrem Gipfel kann sich ein glänzendes Körnchen abheben.

Es verdient nun ferner alle Beachtung, dass „Seitenorgane", wie sie eben nach ihrem Bau beschrieben wurden, nicht bloss in den „canalisirten" Schuppen der Haupt- und den Nebenseitenlinien vorhanden sind, sondern auch sonst noch sich verbreiten*). Am Rumpfe stehen sie in Reihen, welche quer zur Längsachse gerichtet sind. Die einzelne Reihe kann aus sechs bis zehn Hügeln zusammengesetzt sein. An solchen Hautstellen nähert sich das Pigment nur bis zu einer Art Grenzlinie und auch die zahlreichen Schleimzellen bleiben auch hier zurück, so dass die Reihe der Sinneshügel etwas wie abgeschlossenes an sich trägt, obschon sie nicht in einer Furche der Schuppen ihre Lage hat**).

Näher anzugeben, in welcher Zahl etwa die querstehenden Reihen von Sinneshügeln über die Seitenflächen des Leibes sich verbreiten, getraue ich mir nicht, da ich bisher nicht im Stande bin, sie mit der Lupe auf der unverletzten Haut zu erkennen. Es bedarf vielmehr immer erst der Flächenschnitte und der mikroskopischen Untersuchung, wodurch es umständlicher wird, sich ein Bild über Menge und Vertheilung zu verschaffen.

An der Haut des Kopfes, z. B. der Wangengegend, trifft man neben Becherorganen der gewöhnlichen Grösse auch andre, welche in ihrem Umfange den Sinneshügeln der Seitenlinien nicht nachstehen, so dass es gleichgültig wird, welche Bezeichnung man denselben beilegen will.

Es bleibt beachtenswerth, dass beim Hecht die „becherförmigen Organe" und die Organe des Seitencanalsystems am Rumpf im Wesentlichen des Baues übereinstimmen.

Zur Wiederaufnahme der Untersuchung der Kopfcanäle bin ich noch nicht

*) Die Schrift von F. Fée, Rech. sur le nerf pneumo-gastrique chez les poissons, Strasbourg 1869, in welcher das Seitencanalsystem des Hechtes eingehender bearbeitet zu sein scheint, kann ich durch den Buchhandel nicht erhalten und vermag daher nicht zu sagen, ob dieser Autor die oben gemeinten, nicht in Schuppenfurchen stehenden Organe schon gekannt hat.

**) Fig. 24.

gekommen, aber wenn ich meine früheren mir noch vorliegenden Aufzeichnungen zu Rathe ziehen darf, so finden sich z. B. im Canal des Unterkiefers echte „Nervenknöpfe“, das heisst, eine Auflösung und Entfaltung der Nerven zu einem flachrundlichen Hügel, bedeckt von der Lage hoher Cylinderzellen, in welche herein die letzten Ausläufer der Nervenfasern sich verlieren.

B. Auch die Gattung *Gasterosteus*, merkwürdig als Vertreterin der Makrelen in unserm Süsswasser, besitzt nach der Entdeckung von Solger an *G. pungitius* freie Seitenorgane am Rumpf, und zwar so, dass entweder nur ein einziges oder je zwei einem Metamer entsprechen. Ich habe bisher nur den dreistachlichen Stichling *G. aculeatus* untersuchen können. Von einem Seitenkanal ist weder fürs freie Auge noch durch die Lupe etwas aufzufinden; und an senkrechten Schnitten zeigt sich, dass die Substanz der Lederhaut, in gewöhnlicher Weise von Längslagen und senkrecht aufsteigenden Zügen gebildet, von einem Canal nicht durchbrochen ist. Hingegen lassen Flächenschnitte wahrnehmen, dass die Epidermis in ziemlichen Abständen von Oeffnungen durchsetzt wird, welche mit jenen der Sinnesbecher übereinstimmen und bloss grösser sind. Die Seitenorgane selber, zu denen die rundlichen Spaltöffnungen wohl führen, habe ich nicht geprüft; es ist aber nach der Analogie mit dem Hecht wahrscheinlich, dass sie im Bau mit den Sinnesbechern übereinstimmen und nur umfänglicher als diese sein werden. Auch am Kopf ist weder von „Schleimcanälen“ noch von „Schleimporen“ etwas sichtbar. — Sinnesbecher stehen z. B. am Mundrand und in besondrer Menge am Gaumenwulst. Sie sind die kleinsten mir bekannt gewordenen, und die für sie bestimmte Oeffnung im Epithel ist kaum grösser als der Bauch der in allergrösster Menge am Gaumen herumstehenden Schleimzellen. Trotz der Kleinheit glaube ich doch soviel bezüglich des Baues gesehen zu haben, dass sie die oben an andern Fischen beschriebene Zusammensetzung haben. Es sind Gruppen von Zellen, welche mit ihrem stabartig verengten Halstheil nach vorn zusammenneigen; selbst eine feinste strahlige Zeichnung, auf Härchen beziehbar, meine ich mit Hülfe von Tauchlinsen und Osmiumsäure innerhalb des Epidermisspaltes zu erblicken.

C. Am Kaulbarsch, *Acerina cernua**), bekannt durch die Weite der

*) Der Kaulbarsch, im Main bei Würzburg häufig, wird dort gleich dem Flussbarsch auf den Markt gebracht; hier in Bonn, wo dies nicht geschieht, schien er mir und Anderen ein im Rhein seltener Fisch zu sein; was aber nicht der Fall ist. Einmal aufmerksam geworden, erhielt ich in diesem Frühjahr eine ganze Anzahl. Er geht den Rhein hinauf bis Basel. Vergl. Leuthner, die mittelrheinische Fischfauna, Basel 1877. Im Neckar bei Tübingen fehlt der Kaulbarsch.

Kopfcanäle, habe ich die „Nervenknöpfe“ nach langer Zwischenzeit wieder besehen.

Ohne an diesem Orte auf eine zusammenfassendere Darstellung des Baues einzugehen, seien nur die Puncte nahmhaft gemacht, welche zu den früheren Wahrnehmungen jetzt noch hinzukommen, oder sie verbessern.

Das Bindegewebe des Hügels, welches die Nervenentfaltung und die Blutgefässe trägt, ist von sehr weichem, fast gallertartigem Wesen: ein zartes streifiges Balkenwerk in feinste Fäserchen ausgehend, nimmt einen gallertartigen Stoff zwischen sich auf. Die zelligen Elemente im frischen Zustande sind äusserst zarte, blasse Protoplasmazellen. Das Bindegewebe grenzt sich gegen das Epithel hin hautartig ab und gerade unterhalb, man könnte beinahe auch sagen, innerhalb dieser häutigen Grenzschicht liegt das zierliche und dichte Netz der Blutcapillaren. Durchschnitte durch das etwa in Osmiumsäure erhärtete Organ zeigen dies Verhalten sehr klar und man fühlt sich erinnert z. B. an die Membrana choriocapillaris des Auges.

Ueber die bindegewebige Grundlage zieht sich eine eigenartige zellige oder epitheliale Lage hin*). Die Hauptmasse derselben besteht aus langen, blassen Cylinderzellen, die leicht in eine anscheinend körnige Substanz sich umsetzen; der Kern liegt im hinteren Abschnitt der Zelle und hat ein kleines randständiges Kernkörperchen. Fasst man an Präparaten welche durch Osmiumsäure erhärtet sind, den Grenzsaum einer solchen Zellenreihe mit starker Vergrösserung ins Auge, so meine ich glänzende Puncte in Reihen wahrzunehmen; oder in andrer Ansicht eine äusserst feine Zackenbildung. Ich möchte mir diese Puncte und Strichelchen als eine Art feinster Sculptur des Grenzsaumes der Zellenköpfe deuten**).

Eine zweite Zellenart sind rundlich birnförmige Elemente, welche in die Lage der Stabzellen so eingestreut sind, dass sie der Oberfläche dieser Zone sich nähern. Indem sie dabei ziemlich aneinanderschliessen, grenzen sie sich als Ganzes wie ein mittleres Feld des epithelialen Ueberzuges ab. Die zu innerst liegenden Zellen sind die grösseren, nach dem Rande hin werden sie kleiner. Die Einzelzelle von oben betrachtet, ist nicht immer von rein rundem Umriss, sondern einigermassen eckig. Auch diese Elemente wurden zwar von mir früher schon bemerkt; während ich sie aber einfach zwischen die Stabzellen eingestreut glaubte, hat erst Solger erkannt, dass sie durch ihr Zusammenhalten ein mittleres Feld abgrenzen***).

*) Fig. 43; Fig. 44.
**) Fig. 42, b.
***) Fig. 41.

Ferner zeichnen sich die birnförmigen Zellen — und dies hat zuerst F. E. Schulze wahrgenommen — durch den Besitz eines „starren Haares“ aus. Es lassen sich die Härchen dadurch am besten zur Anschauung bringen, dass man auf den aus dem eben getödteten Thier herausgenommenen „Nervenknopf“ Osmiumsäure einige Minuten einwirken lässt. Alsdann steht eine helle, blasse Borste von Stelle zu Stelle aus dem Rande des Zellenlagers hervor; während der Zellenleib selber bereits einen schwärzlichen Ton angenommen hat*). Die Länge der Borste ist eine wechselnde.

Blickt man auf die Fläche des Mittelfeldes, so erscheinen zwischen den Birnzellen Gruppen von Strichen und einmal mit den frei vorstehenden Borsten vertraut geworden, erkennt man diese Striche als die jetzt niederliegenden Haare**). Dabei ergab sich Gelegenheit, über die Form der Borsten noch weitere Beobachtungen zu machen. Viele derselben haben die Form einer wirklichen Borste, doch schon häufig mit etwas verbreiterter Wurzel; andere aber sind deutlich dreiseitig zugeschnittene blattartige Erhebungen der Zellen***), etwa so, wie ich es zuerst an ähnlichen Zellen aus dem Ohrlabyrinth der Vögel gefunden und versinnlicht habe†). Uebrigens darf ich wohl an diesem Orte auch daran erinnern, dass von mir längst im Jahre 1852 aus dem Seitencanalsystem der Selachier und aus den Gallertröhren Epithelzellen mit „stachelartigen Fortsätzen“ angezeigt worden sind.

Die schwierigste Frage bleibt wie in allen Sinnesorganen jene nach der eigentlichen Endigungsweise der Nerven.

Es wurde von mir gleich bei der ersten Mittheilung über die Nervenknöpfe††) die wichtige Thatsache hervorgehoben, dass die Nervenfasern durch die Maschen des Blutcapillarnetzes nach aussen in das Epithel treten, um dort zu enden. Gegenüber der dazumal allgemein geltenden Annahme, dass Nervenfasern sowenig wie Blutgefässe den bindegewebigen Boden jemals verlassen, eröffnete dieser Nachweis des Uebertretens der Nervenelemente in eine epitheliale Schicht eine Reihe von Beobachtungen, welche in späterer Zeit nach gedachter Richtung gemacht wurden. An Schnitten durch Nervenknöpfe welche in Osmiumsäure gehärtet wurden, löst sich gern auf

*) Vergl. Fig. 43.

**) Fig. 41, c.

***) Fig. 42, a.

†) Lehrbuch der Histologie, S. 270, Fig. 141 e. — Mit grosser Sorgfalt hat später Paul Meyer in der schönen Schrift: Études histologiques sur la Labyrinthe membraneux et plus spécialement sur le limaçon chez les reptiles et les oiseaux, Strassbourg 1786, die feinere Beschaffenheit dieser Zellen dargethan.

††) Froriep's Notizen, April 1850.

Strecken weit die epitheliale Lage ab und dann können die Nervenfasern frei hervorstehen; während das abgerissene Ende in das abgehobene Epithel sich hineinzieht*).

Die in die Zone der Cylinderzellen eingedrungenen Nervenprimitivfasern sind anfänglich noch mit Mark versehen, sonach dunkelrandig, verschmälern sich im weiteren Verlauf, und werden leicht varicös; zuletzt verlieren sie das Mark und haben das Aussehen freier Achsencylinder. Bis zu diesem Puncte ist die Beobachtung sicher und verhältnissmässig leicht. Ueber das eigentliche Ende der frei gewordenen Fasern aber bin ich schwankend geblieben. Zuerst schien es mir, als ob sie frei enden**); fortgesetzte Untersuchungen liessen wahrscheinlich werden, dass die letzten Endigungen, wie ich mich ausdrückte „unter dem Bilde einer Capillarverzweigung" sich verlieren, also in Netzform aufhörten***). Endlich habe ich noch einer dritten „anscheinenden" Endigungsweise gedacht und veranschaulicht: die blass gewordenen Nervenfasern verbinden sich mit birnförmigen Zellen, welche in der Peripherie der Stabzellen liegen †).

Durch die gerade auf obschwebende Frage gerichteten Untersuchungen F. E. Schulze's, welche über die von mir nur obenhin erwähnten birnförmigen Zellen wichtige Aufschlüsse gaben, war ich bis vor Kurzem mit diesem Forscher überzeugt, dass die feinsten Nervenfasern sich mit dem unteren Ende der birnförmigen Zellen verbinden ††), die andern Ansichten über die Endigungsweise sonach aufzugeben seien.

Jetzt aber nach wieder vorgenommener Prüfung bin ich von neuem unsicher geworden und muss gestehen, dass die von mir früher gehegte Ansicht von einer netzförmigen Endigung der Nervenfasern mir wieder für die am besten begründete gilt. Vermeidet man nämlich jeglichen Druck und betrachtet das frische Object ohne Deckglas, so sind innerhalb der epithelial-körnigen Zone Theilungen und bogenförmige Verbindungen der feinsten Nervenfasern doch unverkennbar. Andrerseits aber streben einzelne Fäserchen auch wieder so entschieden gegen manche der Birnzellen, dass ein Uebergehen in solche Elemente mir wie früher doch auch vorhanden zu sein scheint.

*) Vergl. Fig. 44.

**) A. a. O. S. 122.

***) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1850, S. 174.

†) Lehrbuch der Histologie, S. 57, Fig. 31.

††) Man vergleiche gegenüber meinen mehr schematisch gehaltenen Figuren die streng nach der Natur durchgeführten Zeichnungen in der Abhandlung F. E. Schulze's: Sinnesorgane der Seitenlinien bei Fischen und Amphibien, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 6.

Fasse ich daher die Einzelwahrnehmungen zusammen, so liesse sich die Vorstellung entwickeln, dass in dem Endnetz der Nervenfäserchen die birnförmigen Zellen mit einem feinen Ausläufer wurzeln.

Ich habe seiner Zeit*) berichtet, dass bei *Lota vulgaris* von den Nerven des Seitencanals welche in „Nervenknöpfe“ anschwellen, sich zuvor noch Stämmchen ablösen können, um in der Haut des Canals weiter zu ziehen. Das gleiche Verhalten begegnete mir auch innerhalb der Kopfcanäle des Kaulbarsches, ohne dass ich zu sagen wüsste, wo und wie diese Nerven enden.

D. Bei der Aalrutte, *Lota vulgaris*, zieht am Rumpfe der Seitencanal in der Substanz der Lederhaut ununterbrochen hin; von Stelle zu Stelle, in ziemlichen Abständen, schieben sich die Knochenrinnen ein, in deren Schutz der Nervenknopf liegt. Das Skeletgebilde zeigt in der Form nach der Länge des Canals leichte Abänderungen, erscheint jedoch immer gerade unter dem Nervenknopf etwas ausgebaucht. Knochenkörperchen fehlen in der Substanz der Rinne so gut wie in den Schuppen und man darf wohl die einzelne Knochenrinne als eine umgewandelte Schuppe ansehen**).

Die Nervenknöpfe in den weiten Räumen der Kopfcanäle erscheinen, was ich schon früher angab, fürs freie Auge und im lebenden Zustande, wie wasserhelle Körperchen oder man möchte beinahe sagen Bläschen. An den mit Sorgfalt herausgehobenen Gebilden unterscheidet man wieder an dem zelligen Ueberzuge eine helle, aus langen cylindrischen Zellen bestehenden Randzone und eine Art Mittelfeld, dessen Elemente von oben gesehen, sich als rundliche, dicht zusammenschliessende grössere Zellen darstellen, von leicht körnigem, zartem und blassem Wesen. Das Heraustreten der noch dunkelrandigen Nervenfasern aus der bindegewebigen, das Blutgefässnetz tragenden Schicht in die epitheliale Lage ist so deutlich wie bei *Acerina*.

An den viel kleineren Seitenorganen des Rumpfes wiederholt sich im epithelialen Theile die Trennung in Mittelfeld und Randzone***). Letztere nimmt leicht

*) Archiv f. Anat. u. Phys. 1850, S. 175.

**) Bekanntlich hatten Brandt und Ratzeburg (Medicinische Zoologie) die früheren Ichthyologen schon bekannt gewesenen Schuppen dieses Fisches übersehen. Ich möchte den neueren Beschreibungen beifügen, dass die Schuppen keineswegs frei in Gruben der Haut liegen, sondern sie sind in der Substanz der Lederhaut geborgen. Der Stock des Coriums bildet je ein Grübchen, das die Ausbiegung der Schuppe aufnimmt, während die oberste pigmentirte Lage der Lederhaut die ausgehöhlte Fläche völlig überdeckt; es steckt sonach jede Schuppe in einer „Schuppentasche“. Die Einzelschuppe hat die Form eines zierlichen tiefen Schüsselchens.

***) Fig. 40.

den Anschein einer feinkörnigen Lage an, aber das Zusehen bei starker Vergrösserung lehrt, dass sie aus langen, feinen, granulären Zellen von Stabform besteht*). Blickt man aufmerksam mit Tauchlinsen auf die Oberfläche der noch zusammenhängenden Stäbchen, so lässt sich eine charakteristische, aber äusserst feine Zeichnung erkennen, bestehend aus regelmässig und dicht sich kreuzenden Linien, etwa vergleichbar der bekannten Verzierung des Deckels der Taschenuhren. Fasst man seitlich abstehende Stäbchen scharf ins Auge, so will es scheinen, als ob die Zeichnung durch eine Art Endkäppchen oder Plättchen der Stäbe der Rindenlage erzeugt werde. Weitere Aufklärung vermochte ich einstweilen darüber nicht zu erhalten.

Auf dem Mittelfelde sind bei Besichtigung von der Fläche ähnliche Strichelchen zu erkennen, wie bei *Acerina* und werden wohl ebenfalls auf Härchen oder Borsten der Zellen zu beziehen sein.

Auch bin ich im Augenblicke darüber unsicher geblieben, wie es sich mit den Mündungen des Seitencanalsystems verhält. Man sieht am frischen Thiere neben der Seitenlinie einen, häufig zwei weissliche oder gelbliche Puncte, auch wohl drei, letzteres namentlich nach hinten zu. Ihre Vertheilung von Stelle zu Stelle an der Seitenlinie kann sofort den Gedanken hervorrufen, dass es die „Poren" der Seitenlinien sind, und unter dem Mikroskop weisst sich auch der Punct als eine Oeffnung in der Epidermis aus. Im Bereiche des Kopfes fehlen die Poren ebenfalls nicht, sind aber zahlreicher und obschon im Ganzen auf die Bahnen der Kopfcanäle beziehbar, stehen sie doch auch wieder zerstreut an Stellen, welche weit ab von einem „Schleimcanal" liegen. Dasselbe zeigt sich auch am Rumpfe. Sind nun alle diese Puncte wirklich die Ausmündungsstellen des Seitencanalsystems, so müssten dessen Hauptbahnen zum Theil lange Röhren in die Lederhaut absenden, die sich alsdann als Poren öffnen. Wahrscheinlich ist aber, dass es sich um grosse Becherorgane handelt.

Bezüglich der Frage, ob die Seitenorgane der Knochenfische metamerisch am Rumpfe auftreten, möchte ich noch die Bemerkung anschliessen, dass mir die Untersuchung von Salmenbrut diese Ansicht zu bestätigen scheint. Winzige, noch unpigmentirte und mit grossem Dottersack versehene Fischchen zeigen an der Seitenlinie etwa 30 Sinneshügel; sie sind so vertheilt, dass je eines unmittelbar hinter je einem Septum intermusculare zu stehen kommt, mithin immer ein Stück einem Wirbel-

*) Fig. 41, c.

abschnitte entspricht. Es sind alle diese Sinneshügel noch freie Seitenorgane, bestehend aus Gruppen birnförmiger, nach aussen zusammenneigender Zellen. Von einer „Röhre" ist bei dieser Gattung nichts vorhanden.

2. Neunaugen.

Die drei Arten: *Petromyzon Planeri*, *Petromyzon fluviatilis* und *Petromyzon marinus*, scheinen, was bisher nicht genauer beachtet wurde, in der Form und Ausbildung der Kopfgruben und Seitenorgane Verschiedenheiten an sich zu haben.

An dem kleinen Neunauge, *P. Planeri*, hat Langerhans*) nachgewiesen, dass hier ausser den Kopfgruben eine Hauptseitenlinie vorhanden ist und noch mehrere Nebenlinien, wovon die eine sich bis zum Schwanze forterstreckt.

Die früheren von mir gemachten Angaben über den Mangel der Seitenlinie bezogen sich auf das Flussneunauge, *P. fluviatilis*. Indem ich jetzt ein frisches grosses Exemplar auf die „Poren" von neuem besehe, vermag ich ausser jenen des Kopfes zwar den Anfang einer Seitenlinie zu erkennen, am oberen Rande des Kiemenkorbes her, bis zur Höhe des vierten Kiemenloches, allwo der letzte Hügel sichtbar ist. Sind nun wirklich noch weitere „Seitenorgane" vorhanden, so möchten sie nicht mehr auf Hügeln, sondern auf dem flachen Corium stehen und somit der Epidermis allein angehören.

Schlägt man die Schriften der besten Ichthyologen nach, so erhält man den Eindruck, dass sie auch nicht glücklicher im Auffinden gedachter Gebilde gewesen sind. v. Siebold z. B. bemerkt ganz allgemein für die Gattung: Die Haut der Lampreten ist ohne Seitenlinie; am Kopf sind verschiedene Reihen von Hautporen angebracht, welche vielleicht die Seitenlinien ersetzen**). Näher äussern sich Heckel und Kner: „Die Seitenlinie ist nicht sichtbar, von Kopfcanälen gewahrt man hingegen eine Reihe von Poren hinter und über den Augen; ferner den bis gegen die Oberlippe sich fortsetzenden Suborbitalast und die quere Hinterhauptsanastomose"***).

Wieder anders sind die Verhältnisse bei der Seelamprete, *P. marinus*. Hier sehe ich ausser den Kopfgruben, welche in bestimmten Reihen sich verbreiten, Poren nach oben vom Kiemenkorb; dann in ziemlicher Entfernung vom Kiemenkorb, nahe am Rücken, einen weitern Hügel; ferner unterhalb der Kiemenlöcher finde ich

*) Untersuchungen über *Petromyzon Planeri*. Berichte üb. d. Versamml. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. Band VI.

**) Die Süsswasserfische in Mitteleuropa. Leipzig 1863.

***) Die Süsswasserfische der österreich. Monarchie, Leipzig 1858.

abermals 8—9 solcher Hügel in unregelmässiger Reihe stehend. Heckel und Kner scheinen auch keine grössere Zahl gesehen zu haben; denn sie sagen, nachdem sie „das System der Kopfcanäle“ beschrieben haben, welches sehr deutlich sei, dass man ausserdem noch eine ziemlich regelmässige Reihe über den Kiemenlöchern und einige irregulär stehende am Vorderrücken und an den Seiten des Rumpfes gewahre, gegen das Schwanzende aber fehlten sie gänzlich.

Die histologische Untersuchung der Kopf- oder Epithelgruben der Neunaugen bleibt eine schwierige, trotz aller Hilfsmittel der jetzigen Methode.

Nachdem ich vor langer Zeit und nur vorübergehend die Gruben des *P. fluviatilis* auf den feineren Bau geprüft hatte, ohne Erhebliches finden zu können, hat Jahrzehnte hernach M. Schultze*), denselben ein eingehenderes Studium gewidmet. Von Neuem ist dieses von Langerhans**) geschehen, welcher die anatomische Kenntniss der Organe bei *P. Planeri* wesentlich förderte.

An Exemplaren der Seelamprete, *P. marinus,* welche in Weingeist gelegen hatten, erinnerte mich das Aussehen der am Kopfe, vor und hinter den Augen stehenden Organe, in manchen Stücken an die gleichen Gebilde bei *Menopoma giganteum.* Sie grenzten sich an der ganz unverletzten Haut als einzelne Hügel ab und ihre Oeffnung hatte die Gestalt einer gleichbreiten, vorn und hinten zugerundeten Längsspalte. Nach Entfernung der Epidermis zeigte sich die Lederhaut ebenfalls in einen rundlichen Hügel erhoben, mit einer Eintiefung am Gipfel, welche wieder die Form einer Längsrinne hatte. Sie giebt die Veranlassung zu der Längsspalte in der Epidermis***).

Ein solcher Hügel sammt umgebender Lederhaut mikroskopisch geprüft, erweist sich als eine Erhöhung, welche im histologischen Bau der Lederhaut vorgebildet ist und nicht etwa erst durch das Liegen im Weingeist entstanden. Die Züge des Bindegewebes nämlich, in der Ebene der Lederhaut sich einfach kreuzend, streben, die einen strahlig, die andern ringförmig zusammen, um den Hügel zu erzeugen und der Mittelpunkt dieser Züge wird zum Gipfel des Höckers.

Schnitte durch die ganze Haut und den Sinneshügel geführt, lehren, dass die Rinne des Hügels von einem Zellenwulste†) ausgekleidet wird, der im Zusammen-

*) A. a. O.
**) A. a. O.
***) Fig. 12, b.
†) Fig. 10, d.

hang mit den Elementen der Epidermis steht und sich durch ein gewisses dunkleres Wesen von der umliegenden Epidermis abhebt.

Gerade auf diese Zellen habe ich natürlich das Augenmerk im Besonderen gerichtet, so gut als dies M. Schultze und Langerhans thaten. Der erstere nennt die Zellen sehr schwer isolirbar; sie seien feiner, langgestreckt, schmal; es kämen wie zu unmittelbarer Verbindung Fasern aus der Tiefe herauf, welche aller Wahrscheinlichkeit nach Nervenfasern seien. Der zweite Beobachter findet, dass fragliche Zellen eine langgestreckte Birnform haben und sich durch einen grösseren Kern auszeichnen. Ausserdem besässen sie eine erheblichere Anzahl von Körnchen, und endlich sässe dem abgestuzten Ende ihres peripherischen Fortsatzes ein feines Haar auf.

Was nun die eigenen Wahrnehmungen anbelangt, so scheinen an den Weingeistpräparaten die Zellen wenig in ihrer Natur sich von den gewöhnlichen Epidermiszellen der tieferen Lage zu entfernen. Etwas mehr ist dies der Fall an Hautstücken, auf welche doppelchromsaures Kali eingewirkt hat. Die Zellen, lang und schmal, sind körniger und oftmals mit einer Vacuole oder Secretraum versehen; auch erhält man den Eindruck wie wenn sie weicher wären, als die gewöhnlichen Zellen der Epidermis. Mitunter meine ich auch gesehen zu haben, dass aus dem freien Ende ein verschieden langer, stumpfendigender Faden hervorstand. Doch muss ich ausdrücklich erwähnen, dass in den meisten Fällen auch gar nichts von einem solchen Haar oder Faden zu erblicken war.

Noch gerade vor Abschluss gegenwärtiger Mittheilungen erhielt ich ein frisches Exemplar von *P. fluviatilis* und nahm abermals die Kopfgruben vor, ohne Anwendung von Reagentien. Auch jetzt zeigte sich, dass die Zellen, welche die Furche des Sinneshügels ausfüllen, verschieden seien von den Zellen der Umgebung und zwar insofern, als sie etwas körniges an sich haben und weicher sind, dabei auch sehr innig zusammenhängen. Dann glaube ich noch bezüglich der eigentlichen Gestalt derselben wahrgenommen zu haben, dass sie sich nach vorne stabartig vorschmächtigen und hinten birnförmig oder bauchig sich verbreitern. Und die auf solche Weise eingeleitete Aehnlichkeit mit den Randzellen der Seitenorgane der Knochenfische setzt sich auch noch darin fort, dass der verlängerte und verengte vordere Abschnitt der Zelle in seiner Substanz sich scheidet in eine helle, wie homogene Achse, wohl richtiger gesagt, in einen mit lichter Substanz erfüllten Hohlraum und in die umschliessende Wand. Und als den Endtheil dieses Abschnittes der Zelle meine ich auch wieder eine zarte, diesmal spitz zulaufende Borste bemerkt zu haben (Fig. 11).

Die Epidermis, indem sie gegen die Papille des Sinnesorgans heraufgeht und in die Rinne oder Grube sich hineinzieht, verdünnt sich nicht bloss, sondern es bleiben auch in der Decke der eigentlichen Papille zwei charakteristische Elemente zurück: die Kolben und die Körnchenzellen, wobei die ersteren noch etwas früher aufhören als die letzteren*).

Trotz der blassen, zarten Beschaffenheit wie sie den Nerven von *Petromyzon* überhaupt eigen ist, lässt sich doch mit Sicherheit ein verhältnissmässig dickes Nervenbündel erkennen, welches gerade aufsteigend, unterhalb der Mulde oder Furche endet. Eine eigentliche Verbindung der feinen letzten Ausläufer mit den „Sinneszellen" kann man sich aber auch hier nicht zu überzeugender Anschauung bringen.

IV. Bindegewebe.

1. Lederhaut der Neunaugen.

Der senkrechte Schnitt durch die Lederhaut**) zeigt zunächst die bei niederen Wirbelthieren weit verbreiteten bekannten Verhältnisse, indem die wagrechten Lagen des Bindegewebes von aufsteigenden, senkrechten Zügen durchbrochen werden. Bevor sich an die Lederhaut der Fettkörper anschliesst, zieht in zusammenhängender Lage

*) Fig. 10.

**) Es ist für mich, der ich seiner Zeit in Würzburg aus dem Main die Seelamprete *Petromyzon marinus*, nur als Seltenheit kennen gelernt hatte, und in Tübingen gar niemals zu Gesicht bekam, denn im Neckar steigt sie bloss bis Heilbronn auf, hier am Niederrhein eine neue und interessante Erscheinung, dass mir in den vier Jahren meines bisherigen Aufenthaltes in Bonn jedesmal im Frühjahr einige lebende Seelampreten von den Fischern zugetragen wurden. Dadurch ergab sich Gelegenheit, eine Körperbeschaffenheit des geschlechtsreifen Männchens zu bestätigen, welche, wie es scheint, Panizza bisher einzig und allein beobachtet hat. Aus dem trefflichen Werke: v. Siebold, über die Süsswasserfische von Mitteleuropa, erfährt man nämlich, dass der genannte italienische Anatom, welcher im Laichen begriffene Seelampreten aus dem Po und Ticino beschrieben hat, dem brünstigem Männchen eine gallertartige längs des Rückens verlaufende Hautfalte beilegt und die beiden Rückenflossen dicht hintereinander stehen lässt. Leider kann ich die hier in Bonn fehlenden Memorie del Istituto Lombardo, welche die Abhandlung Panizza's bringen, nicht einsehen. Da aber aus den Worten v. Siebold's bemerklich ist, dass er selber solche geschlechtsreife Individuen nicht vergleichen konnte, so mag gesagt sein, dass ich die Dinge allerdings so finde, wie sie Panizza darstellt. Bei dem einen Individuum z. B. ist der scharf hervortretende Wulst, welcher in der Höhe des ersten Kiemenloches beginnt und sich nach der ganzen Länge des Rückens erstreckt, im senkrechten Schnitt 7 mm. hoch; bei einem zweiten Stück $1^1/_2$ cm.; bei einem dritten Thier sogar 2 cm. In dem

das Pigment hin*). Es ist auffallend, dass die Hauptmasse des Pigmentes, sowohl das dunkle als auch das weisse, anstatt wie sonst gewöhnlich nach oben, hier nach unten verlegt ist. Das weissglänzende Pigment besteht aus den irisirende Flitterchen, die hier von ziemlicher Grösse sind.

Betrachten wir die oberste Lage der Lederhaut, nach Entfernung der Epidermis, so lässt sich schon jetzt, besser im senkrechten Schnitt, bemerken, dass sie nicht rein eben, sondern wellig-höckerig ist. In den Vertiefungen stehen gern feine Oeffnungen, welche bei Ansicht von der Fläche und unter gewisser Beleuchtung dunkelrandig erscheinen können. Dass es wirklich Oeffnungen oder Spältchen sind, lässt sich aus den Licht- und Schattenverhältnissen bestimmt erkennen. In vielen derselben hebt sich noch ein mitunter glänzendes Pünctchen ab, das nicht etwa auf ein kleines kernartiges Gebilde zu beziehen ist, sondern auf den Durchschnitt oder das abgerissene Ende eines Fäserchens. Indem wir andere Erfahrungen wegen der Bedeutung desselben zu Rathe ziehen, darf uns wahrscheinlich werden, dass es einerseits um ein nervöses Endfäserchen sich handeln möge, andrerseits einfach um einen feinen Ausläufer einer Protoplasma- oder „Häutchenzelle".

Stellt man nämlich ein bischen tiefer unter die Oberfläche ein, so treten neben der bleibenden Gitterzeichnung, welche von dem System der Spältchen herrührt, grössere rundliche Kerne mit je einem Kernkörperchen in Sicht**). Bei einiger Aufmerksamkeit gewahrt man bald, dass kein Kern frei daliegt, vielmehr alle von einem feinkörnigen Protoplasma umgeben sind, das hüllenlos ist und in Fortsätze sich auszieht. Indem die letzteren sich mit gleichen Ausläufern nächstgelegener Balken oder Plättchen von Protoplasma verbinden, entsteht ein Netz- oder Balkenwerk von Zellsubstanz, in dessen Knotenpuncten die Kerne liegen. Es ist das Bild, welches man seit Langem und zuerst aus einer Art aufgehellten Partie des Coriums, aus der Hornhaut, sich zur Anschauung gebracht hat.

Ueber den Ort, wo in der Lederhaut diese hüllenlosen Protoplasmazüge oder

ersten Falle bestand das Innere des Wulstes lediglich aus einer Erhebung der Musculatur des Stammes; bei den zwei anderen kam aber jenseits dieses Muskelstranges noch eine bindegewebige, 4 bis 8 mm. hohe Hautschwarte von weichem Bindegewebe hinzu, ähnlich jenem, welches die Hautwucherungen der männlichen Wassersalamander im Frühjahr erzeugt. Es schien mir auch, als ob in dem Bindegewebe ausser den Blutgefässen noch einige grössere Lymphgänge zugegen wären. An den Thieren mit starker Entwicklung der Hautschwarte standen die zwei Rückenflossen unmittelbar hinter einander, so dass sie sich an der Wurzel nahezu berührten (vergl. Fig. 37, Fig. 38, Fig. 39).

*) Vergl. Fig. 1.

**) Fig. 35.

verästigten „Zellen“ liegen, können Schnittränder der Lederhaut, besser noch Zupfpräparate deutlichen Aufschluss geben. Es sind die grösseren und kleineren Spaltlücken der homogenen streifigen Bündel, welche die Zellen beherbergen und aus denen sie auch bei gelegentlicher Erweiterung des Spaltraumes herausfallen.

Zu den sogenannten Spiralfasern der Bündel haben gedachte Zellen ebenfalls eine nähere Beziehung*). Um die letzteren, welche bekanntlich nur die reifähnlichen Reste der elastisch verdichteten Rindenschicht der „Bindegewebsbündel“ vorstellen, erstrecken sich die Züge protoplasmatischer feinkörniger Substanz mit den eingestreuten Kernen als Theile einer zarten hautartigen Schicht.

Die färbenden körperlichen Elemente der Pigmentzone liegen in gleichen Ausbreitungen der körnigen Zellsubstanz; doch lässt sich dies wegen Ueberfüllung mit Pigment weniger klar in der eigentlichen Pigmentschicht der Haut sehen, als in den einzelnen eingesprengten Pigmentzellen.

2. Matrixzellen des Bindegewebes und das Cuticulargewebe.

Die hüllenlosen Zellen, deren vorhin Erwähnung geschah und welche sowohl die streifig-homogenen Züge des Bindegewebes durchsetzen als auch in jenen grösseren Lücken und Gängen, durch welche die Blutgefässe und Nerven aufsteigen, in ebenfalls dichterer Menge zugegen sind, müssen uns als die ursprünglicheren und wenn man will lebendigeren Elemente des Bindegewebes gelten. Von ihnen stammen die homogen-streifigen Lagen her, auch wenn die Zellen durch ihr Protoplasma zu einer körnigen Substanz von häutiger Ausbreitung zusammengeflossen sind.

Desshalb halte ich es denn auch für passend, die Bezeichnung Matrixzellen, welche ich für das, was Andre später die chitinogene Schicht in der Haut der Arthropoden hiessen, gebrauchte, auch für besagte Zellen in der Lederhaut der Wirbelthiere in Anwendung zu bringen. Ja es hat sich durch gegenwärtige Studien bei mir die Ueberzeugung befestigt, dass an der Haut eines zarten Arthropoden, insofern sie aus der chitinogenen Zellenlage, d. h. Matrix, und der abgesonderten noch dünnen Cuticula besteht, gewissermassen das Schema vorliegt, nach welchem wir auch die zusammengesetztere Lederhaut eines Wirbelthieres, und den Bau des Bindegewebes überhaupt, zu beurtheilen haben. Es wurden diese Verhältnisse und die einschlägigen

*) Vergl. Fig. 1; Fig. 14; Fig. 36.

Thatsachen schon anderwärts und im Weiteren*) von mir besprochen, worauf ich mir zu verweisen gestatte.

Wer den Fragen nach dem Bau des Bindegewebes und der Verwandtschaft zum Cuticulargewebe gefolgt ist, wird jetzt begreiflicher finden, wie es kommen konnte, dass die einen Beobachter mit Entschiedenheit gewisse Zellenlagen „Epithel" nannten, während sie Andre den Bindesubstanzzellen zurechneten. Und ferner, wie sich im Verfolge der Gegensatz ausbilden konnte, dass die Einen die Cuticularlagen dem Epithel zuwiesen, die Andern dem Bindegewebe.

Die von mir vertretene Auffassung, wornach die Cuticularlagen zum Bindegewebe gehören, gründete sich wesentlich darauf, dass die abscheidenden Zellen ohne Unterbrechung mit echten Bindesubstanzzellen zusammenhängen. Diese Erkenntniss wurde vornehmlich gewonnen durch Heranziehung der Arthropoden in den Kreis der Untersuchung und Alles was später durch Andre und mich über den gleichen Gegenstand bei Wirbelthieren bekannt wurde, liess sich durchaus als Bekräftigung einer solchen Betrachtungsweise ansehen.

Im Laufe gegenwärtiger Arbeit habe ich aber, ausser den schon an Fischen gewonnenen Beobachtungen noch Wahrnehmungen an den Larven von *Pelobates fuscus* gemacht, welche mir die völlige Gleichheit dieser geweblichen Beziehungen zwischen Arthropoden und Wirbelthieren darthun**).

Man betrachte nämlich etwa den Saum der Schwanzflosse der noch fusslosen Larven im frischen Zustande, bei guter Vergrösserung, und im optischen Durchschnitt. Es zeigt sich ein Bild, welches durchaus auf die Cuticularlagen und deren Matrixzellen bei Arthropoden passt. Die Lederhaut, welche den Gallertmantel begrenzt, ist noch sehr dünn und einfach längsstreifig, das heisst geschichtet: von gleichem Aussehen, wie sich eine ebenso dicke Cuticula eines Arthropoden darstellen würde. Unterhalb dieser Lederhaut nun hebt sich eine Zellenlage ab, genau von der Beschaffenheit, wie sie so oft an der Matrix der Cuticula bei Arthropoden gesehen wird. Innerhalb einer wie zusammenhängenden, feinkörnigen protoplasmatischen

*) Vom Bau d. thierischen Körpers, Tübingen 1864. z. B. S. 39 ff. — Die von mir dort auch ausgesprochene Ansicht, dass die Matrix oder Hypodermis der Haut der Gliederthiere, sowohl der epithelialen als auch der bindegewebigen Lage in der Haut der Wirbelthiere zusammen gleichzusetzen sei, findet eine weitere Stütze in einer Thatsache, deren Kenntniss wir v. Mojsisovics verdanken. Nach diesem Forscher können bei Lumbricinen die Blutgefässe bis in die mittleren Partieen der Hypodermis gelangen (Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1877. Kleine Beiträge z. Kenntniss der Anneliden).

**) Fig. 20.

Schicht stehen nämlich grosse rundliche Kerne in solchen Abständen, dass man wie ich es vor Jahren that, von „Zellenterritorien“ sprechen kann. Die Lage nimmt sich epithelartig aus und würden die Zellenleiber schärfer sich von einander abgrenzen, so würde von einem wirklichen Epithel die Rede sein können*).

Und gleichwie ferner bei Arthropoden von der Matrix der Cuticula weg die „Zellen“ sich einwärts erstrecken, als Balken und Blättchen, um in Zusammenhang zu treten z. B. mit den Zellen des Fettkörpers, so begeben sich auch hier bei der Larve des *Pelobates* von der protoplasmatischen Schicht, welche unterhalb der Lederhaut hinzieht, verästigte „Zellen“ in die Substanz des Gallertmantels hinein. Der Leib dieser feinkörnigen Zellen ist so zart, dass er im frischen Zustande fast unsichtbar ist, während der Kern leicht in die Augen fällt.

Immer an dem gleichen Object lässt sich auch erkennen, dass die besagten Zellen es sind, welche die Wand der Blutcapillaren erzeugen. Den äusseren Contour derselben nämlich, der die Kerne enthält und von weicherem, feinkörnigem Aussehen ist; während der inneren schärferen Linie die Bedeutung einer cuticularen Abscheidung zukommt. Somit möchte ich es als unzutreffend bezeichnen, wenn man die Anlage der Blutcapillaren auf ein „Epithelialrohr“ zurückführen will; die bildenden Zellen gehören vielmehr den Matrixzellen des Bindegewebes an.

Auch manche der fasrigen Züge des elastischen Gewebes in dem Gallertmantel mögen allem Anschein nach ebenfalls unter Betheiligung dieser Zellen entstehen, in Form von Abscheidungen im Innern des Zellenleibes.

Fassen wir demnach das Ergebniss des bisher Vorgetragenen zusammen, so erscheinen uns die Zellen der Bindesubstanz als Ballen oder Plättchen feinkörnigen Protoplasmas, ohne häutige Abgrenzung, von blassem, zartem Wesen. Nahe zusammengerückt, in flächiger Ausbreitung, stellen sie feinkörnige Schichten dar, mit Kernen, welche in Abständen eingestreut sind. Nach Einwirkung von Härtungsmitteln können sich Kern und Protoplasma unter dem Bilde des Epithels abgrenzen. Dasselbe geschieht auch schon im frischen Zustande, nachdem bereits cuticulare Abscheidungen rings um die Zelle erfolgt sind. Dahin gehört z. B. die zellige Lage,

*) Die Larve von *Pelobates fuscus* zeigt, je nach der Beleuchtung über den ganzen Körper hin, die Schwanzflosse mit inbegriffen, einen schönen bläulichen Schiller. Ich sehe, dass dieses Blau nach seiner Entstehung gleichzustellen ist dem blauen Schiller, welchen das Tapetum fibrosum im Auge der Wiederkäuer, des Rindes etwa, erzeugt. Das Blau rührt her von der Lederhaut, dessen lockig geschwungene und in feinste Fäserchen aussplitternde Elemente durch Interferenz den Schiller hervorrufen. Dieser wirkt alsdann durch die zarte, helle Epidermis ebenso hindurch, wie am Tapetum fibrosum durch die pigmentfreie Epithellage der Lamina pigmentosa die Glanzfarbe dringt.

welche zu oberst in der Lederhaut der Fische und Amphibien vom Aussehen und der Art eines Epithels angetroffen wird*).

Einen epithelialen Charakter nehmen diese Matrixzellen auch dort an, wo sie unter einer hellen homogenen Scheide, sei es der Nerven und Ganglienkugeln oder jener der Muskeln liegen. Schon anderwärts habe ich ausgeführt, dass unterhalb des Neurilemms und Sarcolemms der Wirbelthiere eine Lage vorhanden sei, welche mit der Matrix der Cuticula an der äusseren Haut eines Arthropoden übereinstimmt. Deutlich gehört auch hierher z. B. die protoplasmatische Schicht sammt Kernen unter den einzelnen Schalen oder Kapseln der einfacheren und zusammengesetzteren Nervenendkolben (Pacini'sche Körperchen). Auch in den Lymphräumen können nach Reagentien die „Zellen" die Zeichnung eines Epithels geben. So ist mir jetzt auch klar geworden, dass die von mir aus den Lymphräumen von *Rana arvalis* beschriebenen und abgebildeten Elemente**), welche zum Theil innerhalb der bindegewebigen Substanz, zum Theil frei auf der Oberfläche lagen, den gleichen protoplasmatischen Zellen einzureihen sind.

Jene protoplasmatischen Zellen, welche sich in die Tiefe des Bindegewebes, z. B. der Lederhaut erstrecken, würde auch, indem wir die abgeschiedenen homogenstreifigen Lagen, uns wegdenken, als ein zusammenhängendes Häutchen- oder Balkenwerk erscheinen. In dünnster Entfaltung erzeugen die protoplasmatischen Elemente ein Netz von Strahlenzellen.

Sind im Bindegewebe Fett, Schleim, Pigment oder andre Stoffe in Form von Körperchen, Kügelchen oder krystallinischen Gebilden zugegen, so sind es immer die obigen hüllenlosen Zellen, welche diese Materien enthalten. Die mit fettartiger Substanz erfüllten Zellenhaufen, welche die zwischen den Samenkanälchen hinlaufenden Blutcapillaren im Hoden der Säugethiere und Reptilien besetzen, zählen nicht minder zu der Art der Zellen, wie sie hier besprochen wurden.

Nachdem mir das Verhalten der protoplasmatischen Zellen in der Lederhaut klarer geworden war, musste der Verdacht sich regen, dass gar Manches, was Andre und ich selber früher als eine einzige grössere Zelle angesehen haben, in Wirk-

*) Man vergleiche z. B. die Mittheilungen und Figuren, welche ich von dem Gewebe des Flossensaumes eines *Triton* gegeben habe. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XII (1876), Taf. XXI, Fig. 3.

**) Anure Batrachier d. deutschen Fauna, Bonn 1877, S. 136, Taf. IX, Fig. 93.

lichkeit nur Theil eines Fachwerkes war, an dessen Wand erst ein oder mehrere protoplasmatische Zellen gleich einer endothelen Ausscheidung sich finden.

Zunächst sind es die grossen Fettzellen aus dem Bindegewebe der Fische, auf welche sich die ausgesprochene Vermuthung lenkte. Bereits Schwann*) hat solche Fettzellen aus der Schädelhöhle einer jungen Plötze mit Absicht als Muster einer klaren Zelle abgebildet. Wenn ich aber jetzt die zusammenhängende Fettschicht, welche bei *Petromyzon* unter der Lederhaut hinzieht, prüfend ins Auge fasse, so lässt sich bemerken, dass die eigentliche Zelle aus dem Protoplasmahäufchen sammt Kern, beide nach aussen von der Fettkugel gelegen, vorgestellt wird: während die „Membran" eine capselartige Abgrenzung des Fachwerkes ist, welches als Zellenabscheidung zu gelten hat. Ist etwa an gehärteten Präparaten die Fettkugel herausgefallen, so ist das Verhalten der „Membran" als Grenze des Fachwerkes und demnach in unmittelbarem Zusammenhang mit diesem ganz deutlich. Tritt gerade nur Ein Kern mit Protoplasma in Sicht, nach aussen die scharfe Abgrenzung der Wabe, nach einwärts der grosse Fetttropfen, so kommt das täuschende Aussehen der „Fettzelle" zu Stande. Erinnern möchte ich hierbei noch, dass ich vor vielen Jahren, als mir diese Gebilde noch als echte Fettzellen galten, doch schon da und dort „zwei Kerne" deutlich unterschied**), eine Angabe die jetzt erst ihre Erklärung findet.

Anstatt des Fettes kann eine eiweissartige Substanz die Räume erfüllen, wie dies z. B. in der Haut des *Phyllodactylus europaeus* der Fall ist, worüber ich nähere Mittheilungen gegeben habe***). Doch ist das Bild jetzt in bestimmterer Weise so zu fassen, dass die blasigen, Kerne einschliessenden Räume nicht selber und an sich die Zellen sind, sondern vielmehr ein Schwammwerk, das an seiner Innenseite die Kerne mit den protoplasmatischen Auskleidungen besitzt. Und diese sind wieder das Vorausgehende; das festere, „faserige" Gerüste ist das Nachfolgende.

Weiterhin musste ich an ein anderes Gewebe in diesem Sinne denken, an die Substanz der Chorda dorsalis von Fischen. Ich hatte vor Jahren den Gallertkörper der Rückensaite z. B. des Störs aus grossen runden Zellen bestehen lassen. Ohne selber unterdessen zu einer Nachprüfung gekommen zu sein, hat jüngst Götte†)

*) Mikrosk. Untersuchungen üb. d. Uebereinstimmung in d. Structur u. d. Wachsthum d. Thiere u. Pflanzen, 1839, Taf. III, Fig. 10.

**) Haut d. Süsswasserfische, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850, S. 5, Anmerk.

***) Ueber d. allgemeinen Bedeckungen der Amphibien, Bonn 1876, S. 104; Hautsinnesorgane d. Urodelen, Morphol. Jahrb. Bd. II, Taf. XXXI, Fig. 30.

†) Archiv f. mikrosk. Anat. 1878.

in Wort und Bild eine Darstellung des Baues gegeben, wie sie genau mit der mir jetzt vorschwebenden Vermuthung stimmt. Was ich früher, dem Anschein folgend, Zellen nannte, sind, wie Götte hervorhebt, nicht Zellen, sondern Begrenzungen eines „Fachwerkes", zu welchem aber eine „Protoplasmaschicht mit eingestreuten Kernen" gehört.

Ferner glaube ich über das Schwellgewebe der Muschelthiere, dessen Bau sehr verschieden beurtheilt wird, einige Aufklärung geben zu können.

Vor Jahren wurde von mir*) berichtet, dass im Körper der Najaden (*Anodonta* z. B.) an den von Muskeln freien Gegenden ein grossmaschiges Gallertgewebe vorherrschend sei; und so veranschaulichte**) ich denn auch ein Fachwerk, in dessen Knotenpuncten die Kerne liegen. Im frischen Zustande zeigt das Gewebe auch ein Aussehen, als ob es aus hellen Blasen zusammengesetzt wäre. Flemming***) hat sich nun, fussend auf ausgebreiteten genauen Studien, mit Bestimmtheit dahin ausgesprochen, dass diese blasigen Abgrenzungen Zellen seien. Kollmann†) hingegen, nicht minder gründlich und ebenso mit allen Hilfsmitteln der Untersuchung die Bindesubstanz der Acephalen zergliedernd, lässt die Räume nicht als „Zellen" gelten, sondern erklärt sie für Querschnitte von Lacunen. Noch ehe ich die Sache selbst von Neuem angesehen, vermuthete ich bereits, dass es mit diesen „Schleimzellen" im Körper der Muscheln wohl eine ähnliche Bewandtniss haben werde, wie mit den Gallertzellen der Chorda dorsalis.

Zur Nachuntersuchung standen mir bloss im Weingeist aufbewahrte Anodonten zu Gebote, aber schon der erste Schnitt durch den Mantel liess keinen Zweifel übrig, dass die Dinge nicht anders sind, als wie im Gallertgewebe der Rückensaite††). Man hat es mit einem Fachwerk zu thun, dessen „blasige" Hohlräume an der Wand protoplasmatische Häutchen mit Kernen tragen. Flemming liess früher die Kerne einfach innerhalb der blasigen Hohlräume liegen; später schienen sie ihm so gelagert, dass sie der Wand des Blasenraumes anhaften. Der Schnitt könne auch derart fallen, dass der Kern von der Blasenwand abgedrängt werde und nun mitten im Inhalt der Blase zu stecken scheine. Das den Kern umgebende Protoplasma hat Flemming keineswegs übersehen: er gedenkt desselben als einer feinen, blassen,

*) Lehrbuch d. Histologie 1857, S. 102.

**) A. a. O. S. 109, Fig. 55.

***) Ueber Bindesubstanzen u. Gefässwandung bei Mollusken. Habilitationsschrift 1871; Bindesubstanz und Gefässwandung im Schwellgewebe d. Muscheln, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 13.

†) Die Bindesubstanz d. Acephalen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 13.

††) Fig. 45.

schlecht begrenzten Substanz. Alle diese Angaben, sowie die begleitenden Abbildungen sind durchaus naturwahr und doch kann ich der Deutung nicht vollständig beistimmen. Denn die „Zelle“ sehe ich nur in jener Protoplasmaschicht, welche den Kern in sich birgt. Die „Zellenmembran“ ist Theil des Fachwerkes, dem der Zellenleib, häutig ausgebreitet, anliegt. Zu je einem Kerne gehört übrigens eine ansehnliche Fläche von Protoplasmaschicht, worauf schon hindeutet, dass die Kerne weit auseinander stehen. Das gewöhnlichste ist auch, dass nur Ein Kern im Bereiche eines solchen Hohlraumes liegt und sonach wieder, ganz wie an der Fettzelle, das Bild sich auf eine Zelle mit Membran beziehen lässt.

Ich möchte sonach Kollmann in dem Puncte Recht geben, wenn er den Maschenräumen die Bedeutung von Zellen abspricht; hingegen muss ich Flemming darin beistimmen, wenn er die Kerne nicht in die Substanz des Balkengewebes verlegt sehen will, sondern in die Räume hinein. Und nach meiner Auffassung kleiden diese protoplasmatischen Zellen endothelartig die Waben aus.

Noch erlaube ich mir ins Gedächtniss zurückzurufen, dass ich bei Anneliden, Arthropoden, ausser den Matrixzellen des Hautpanzers, auch an andern cuticularen oder bindegewebigen Schichten die gleichen Matrixlagen schon vor Längerem nachgewiesen habe. So z. B. am Gehirn, an den Bauchganglien, an den Nerven*). Dort zieht sich unter der glashellen Schicht des Neurilemms ein Stratum dicht feinkörniger Substanz hin, in welchem klare, rundliche Nuclei eingebettet erscheinen. In den meisten Fällen kommt es nicht zu eigentlichen zelligen Abgrenzungen der granulären Substanz um die Kerne herum; mitunter jedoch nimmt die Lage ein nahezu epithelartiges Aussehen an. Ich habe schon damals erkannt und mit Bestimmtheit ausgesprochen, dass gedachte Schicht nach Bau und physiologischem Verhalten jener als Matrix des Hautpanzers unterschiedenen, entspreche.

Auch bei Mollusken habe ich die Anwesenheit der gleichen Matrix an bindegewebigen Lagen vor Kurzem angezeigt. Unter der homogenen Haut z. B., welche bei Nacktschnecken die Leibeshöhle und die Bluträume begrenzt, liegt eine Schicht mit Kernen und Protoplasma, als deren Abscheidungsproduct die homogenen Lagen angesehen werden dürfen**).

*) Vom Bau des thierischen Körpers, 1864, S. 215; Tafeln zur vergl. Anatomie, Taf. IX, Fig. 1; Fig. 9.

*) Hautdecke u. Schale d. Gastropoden, Archiv f. Naturgesch. 1876, z. B. Taf. X, b.

3. Lückensystem der Bindesubstanz.

Die wiederholte Betrachtung des Spalt- und Lückensystems, der früher sogenannten „Bindegewebskörperchen", veranlasste mich auch die Frage näher ins Auge zu fassen, auf welchem Wege denn eigentlich die nervösen Elemente aus der Lederhaut in die Epidermis gelangen. Geschieht dieses durch Canäle und Oeffnungen eigener Art oder etwa durch Gänge, die sonst schon vorgebildet sind?. Es liess sich an der Lederhaut hierüber eine bestimmte Antwort erhalten, wie sie zum Theil in obigen Darlegungen bereits ausgedrückt ist.

Das von der Epidermis entblöste, aber sonst unverletzte Corium des *Petromyzon* zeigt auf der oberen Fläche dieselben Lücken und Spalten, wie der senkrechte Schnitt. Die Lücken sind grösser und kleiner, kreuzen sich nach verschiedenen Lagen, und öffnen sich frei zu Tage*). Von den feinen Fortsetzungen oder Gängen der Lücken der Tiefe gehen viele nach oben ebenfalls frei aus. Beides sind die Wege, durch welche die in Endfäserchen aussplitternden Nerven aus dem Corium heraus in die Epidermis dringen können. Sonach sind keine eigens zum Zweck des Durchlassens bestimmte Oeffnungen vorhanden, sondern das Spalt- und Lückensystem, dessen Wänden die protoplasmatischen Zellen anliegen und welches auch die von letzteren erzeugten Umhüllungen der Nerven und Blutgefässe enthält, kann zum Durchlass der Nervenelemente dienen.

Das gleiche Sichöffnen der Spalträume nach oben liess sich ferner an Larven von *Salamandra maculosa* wahrnehmen, welche frisch in doppelchromsaures Kali geworfen, dann in Weingeist aufbewahrt worden waren. Am ungeschlagenen freien Rande der Lederhaut erscheinen in klarer Weise die Spältchen in Form dichtstehender, an der freien Fläche ausmündender Canäle.

Es ist mir in hohem Grade wahrscheinlich geworden, dass durch gedachte Oeffnungen hindurch noch andere Verbindungen statt haben. Man nimmt bisher an, dass die sich auffranzenden Enden der untersten Epidermiszellen einfach zwischen die feinen Erhöhungen und Vertiefungen der Oberfläche der Lederhaut eingreifen. Ich halte, wie schon oben vorgebracht wurde, jetzt dafür, dass ein Theil der zarten Endfäserchen der Epidermiszellen durch die Lücken und Spältchen — Canäle — hindurch mit den ebenso zart gewordenen Ausfranzungen der protoplasmatischen Zellen der Lederhaut zusammenhängen mögen. Sonach würde sich die Trennung

*) Fig. 34.

zwischen epithelialem und Bindegewebe nur durch die homogen-streifigen Lagen vollziehen, während die Zellenleiber unter einander in Verbindung bleiben.

Was im Obigen über Oeffnungen an der freien Fläche der verhältnissmässig weichen Lederhaut angegeben wurde, stimmt mit dem überein, was ich vor langer Zeit am Knochengewebe beobachtet habe. An Knochen der Amphibien und Fische lässt sich im frischen Zustande die Ausmündung der Spältchen an der freien Fläche, wegen Starrheit des Gewebes, leicht wahrnehmen, worüber ich z. B. im Lehrbuch der Histologie berichtet habe*).

Derjenige, welcher lebende Amphibien hält und beobachtet, gewinnt die Ueberzeugung, auch wenn er sich um den anatomischen Bau der Haut nicht kümmert, dass durch die Hautdecke bei diesen Thieren Wasser von aussen in den Körper aufgenommen werden müsse. Durch die neuen Erfahrungen über ein System von Intercellularlücken in der Epidermis, durch welche sich Verbindungsfäden von Zelle zu Zelle hinspannen, sowie durch den Nachweis, dass auch auf der Oberfläche der Lederhaut die Spalträume des Bindegewebes sich öffnen, können wir in immer bestimmterer Weise fragen, welches denn die Wege seien für die Aufnahme des Wassers und dessen Weiterführung. Meine Vorstellung auf Grund des anatomischen Baues der Haut ist die, dass Wasser von aussen in die Intercellulargänge der Epidermis gedrungen, sei es durch einfache, oder wenn man will, moleculare Durchtränkung, sei es durch schon ebenfalls vorgebildete Oeffnungen, von da in die Spalträume des Bindegewebes, also in die Anfänge des Lymphgefässsystemes weiter geführt wird. Hiebei erlaube ich mir auch auf die Mittheilungen hinzuweisen, welche ich an einem anderen Orte**) über die Lymphräume unter der Haut der Batrachier und ihrer Beziehung zur Wasseraufnahme vorgelegt habe***).

*) S. 159.

**) Die allgemeinen Bedeckungen d. Amphibien. Archiv f. mikrosk. Anat. 1876 (Separatausg. S. 106). — Ueber Wasseraufnahme in den Körper und Abgabe durch die Niere bei Mollusken habe ich ausführlicher gehandelt in dem Aufsatz: Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 1.

***) Eben im Begriffe, gegenwärtige Blätter an die naturforschende Gesellschaft in Halle abzuliefern, erhalte ich die Schrift: Wilh. Pfitzner, die Schleimzellen in der Epidermis der Larve von Salamandra maculosa. Inauguralabhandlung, Kiel 1879, in welcher die im Titel genannten Elemente einer sehr eingehenden Prüfung unterzogen werden nach Bau, Lebenserscheinungen und Bedeutung. Hierbei wird denn auch der Verfasser auf die im Obigen angeregte Frage geführt und beantwortet sie in einem andern, ja entgegengesetzten Sinne, als es von mir versucht wurde. Pfitzner, unter der Anleitung Flemming's arbeitend, kennt ebenfalls das „System communicirender Spalten" in der Epidermis und nimmt an, dass die Schleimzellen ein Secret liefern für diese Intercellularräume und

Zum Schlusse dieses Abschnittes möchte ich noch aussprechen, dass die neu ermittelten Thatsachen keinen Anlass geben von den Darlegungen, wie ich sie bezüglich des Bindegewebes in der Schrift über den Bau des thierischen Körpers, Tübingen 1862, gegeben habe, abzuweichen, vielmehr finde ich mich noch mehr in jenen Auffassungen bestärkt, welche ich dazumal, namentlich gestützt auf vergleichend-histologische Erfahrungen, gewonnen hatte.

Und sie lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

1) Das Bindegewebe besteht aus den Matrixzellen und den von den Zellen abgeschiedenen homogenen Schichten und Balken. Die Matrix- oder Bindesubstanzzellen sind hüllenlose Ballen oder Plättchen von feinkörnigem Protoplasma, je einen Kern umschliessend; sie treten auch häufig auf unter dem Bilde stark verzweigter Figuren; ferner können sie flächenhaft zusammengeflossen sein und stellen dann Häutchen von feinkörniger protoplasmatischer Substanz dar, mit eingestreuten Kernen. Solche Lagen sind es, welche bald mit, bald ohne Härtung die Zeichnung von Epithelien und Zellenhaufen an sich haben können. Zur Umgrenzung von Höhlungen, wie der Blut- und Lymphcapillaren, oder von Schläuchen, welche mit festerer Substanz erfüllt sind, so z. B. der Nerven und Muskeln, erscheinen sie in rohrartiger Anordnung. — Die Lymphräume der Bindesubstanz und die serösen Höhlen des Körpers stimmen im Bau durch Begrenzung homogener Bindesubstanzlagen und Auskleidung mit protoplasmatischen Zellen — Endothel — so überein, dass man auch sagen könnte, alle Hohlräume des Bindegewebes, das ganze Spalten- und Lückensystem, sind „seröser Natur".

2) Durch die abscheidende Thätigkeit der Matrixzellen entstehen jene Substanzlagen, welche man als homogene Häute, Blätter und Balken des Bindegewebes zu bezeichnen pflegt. Das Schema von dem Verhalten der Matrixzellen zum abgeschiedenen Stoff gibt die dünne Haut eines zarten Arthropoden. Die dort auftretende Cuticularlage ist der Anfang dessen, was in dicken Bindegewebsschichten sich nicht nur vermehrt zeigt, sondern auch durch bestimmte typische Gruppirung der Matrix-

zwar zu dem Zweck, dass das Eindringen des Wassers wie durch eine Art Einsalbung verhindert oder wenigstens beschränkt werde. Noch fügt der Verfasser anmerkungsweise bei, dass er, was mit meinen Wahrnehmungen stimmt, „eine directe Communication der Intercellularräume mit Spalträumen im Bindegewebe beim erwachsenen Thiere" glaubt beobachtet zu haben. Liesse sich vielleicht nicht vermuthen, dass das Secret der Schleimzellen, in die Intercellulargänge gelangt, dazu diene, durch Zumischung zu dem von aussen aufgenommenen Wasser, diesem sofort den Charakter reinen Wassers zu nehmen und es der Lymphflüssigkeit anzuähnlichen?

zellen sich verdickt und vermanchfacht. Darnach entsteht Bindegewebe in lamellöser Form, oder in geflechtartiger Anordnung, hier lockerer, dort fester zusammengefügt.

3) Die Cuticularschichten und die sogenannte Grundsubstanz des Bindegewebes gehören zusammen, sind eins und dasselbe.

4) Vielen der Matrixzellen kommt bei höheren und niederen Thieren die Fähigkeit zu, sich zusammenzuziehen: sie besitzen Contractilität. Enthält ihr Protoplasma Pigment eingeschlossen, so tragen solche Zellen den herkömmlichen Namen Chromatophoren der Bindesubstanz.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

I. Epidermis.

1. Zellen mit fadigem Inhalt 4
2. Netzartige Zeichnung der obersten Schicht 6
3. Porensaum 7
4. Drüsenzellen gewöhnlicher Art 8
5. Drüsenzellen besonderer Art 11
6. Kolben 12
7. Körnchenzellen 18
8. Strahlenzellen mit und ohne Pigment 21

II. Becherförmige Sinnesorgane.

1. Fische 22
2. Larven der anuren Batrachier 29

III. Seitenorgane.

1. Knochenfische 31
2. Neunaugen 40

IV. Bindegewebe.

1. Lederhaut der Neunaugen 43
2. Matrixzellen des Bindegewebes und Cuticulargewebe 45
3. Lückensystem der Bindesubstanz 52

Erklärung der Abbildungen 56

Erklärung der Abbildungen.

Taf. VII.

Alle Figuren bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt durch die Hautdecke von *Petromyzon marinus*.
- *a* Eigenthümliche Körperchen oben in der Epidermis;
- *b* Kolben;
- *c* Körnchenzelle;
- *d* Protoplasmazellen in der Lederhaut;
- *e* Nerven;
- *f* Schicht der Fettzellen.

Fig. 2. Aus der Epidermis von *Petromyzon fluviatilis*, im frischen Zustande.
- *a* Gewöhnliche Epidermiszellen, durch Ausläufer untereinander verbunden;
- *b* eine Schleim- oder Becherzelle mit Cuticularsaum.

Fig. 3. Drüsenzellen aus der Haut von *Petromyzon marinus*.
- *a* Epidermiszellen mit Drüsenöffnungen und in denselben die eigenthümlichen Körperchen der Fig. 1 *a*.
- *b* die in der Tiefe liegenden Drüsenzellen.

Fig. 4. Becherzellen der Karausche, *Cyprinus carassius*.

Fig. 5. Stückchen Oberhaut des *Petromyzon marinus* von innen angesehen.
- *a* Gewöhnliche Epidermiszellen;
- *b* Kolben, fein fadig sich ausziehend;
- *c* Körnchenzellen.

Fig. 6. Körnchenzellen des *Petromyzon marinus* für sich dargestellt und in theilweiser Veränderung durch Reagentien.

Fig. 7. Kolben aus der Epidermis eines Weingeistexemplars von *Petromyzon fluviatilis*. Es hebt sich deutlich eine quergefaltete Hülle ab.

Fig. 8. Kolben aus der Epidermis eines frischen *Petromyzon fluviatilis*, auf dessen Haut eine Mischung von schwachem Weingeist und Essigsäure eingewirkt hat.

Fig. 9. Epidermis von aussen des *Petromyzon marinus*.
- *a* Oberste Lage mit dem aus Drüsenzellen gebildeten Höcker;
- *b* etwas tiefere Schicht; man unterscheidet zwischen den gewöhnlichen Epidermiszellen die Kolben- und die Körnchenzellen von der Fläche.

Taf. VIII.

Fig. 10. Durchschnitt eines Sinneshügels von *Petromyzon marinus*, mässig starke Vergrösserung. Weingeistexemplar.
- *A* Lederhaut:
  - *a* aufsteigender Nerv;
- *B* Oberhaut:
  - *b* Kolben;
  - *c* Körnchenzellen:
  - *d* Sinnesepithel.

Fig. 11. Einige der Sinneszellen aus den Kopf-

gruben des *Petromyzon fluviatilis* isolirt. Starke Vergösserung, Osmiumsäure.

Fig. 12. Kopfgrube von *Petromyzon marinus*, geringe Vergrösserung, Weingeistexemplar.
a Epidermis, gegen einwärts abgehoben;
b Hügel der Lederhaut mit der Eintiefung am Gipfel.

Fig. 13. Stück des Vorderkörpers von *Petromyzon marinus*, natürliche Grösse.
a Auge;
b Seitenorgane;
c Beperlung der Oberhaut (Bau der Höcker siehe Fig. 9 auf Taf. VII).

Fig. 14. Aus der Lederhaut von *Petromyzon marinus*.
a homogen-streifige Lagen:
b die Protoplosmazellen dazwischen.

Fig. 15. Becherförmiges Organ des *Cyprinus carassius*, vom lebenden Thier genommen.
a auftretende Vacuolenbildung.

Fig. 16. Epidermis mit zwei Kolben von der Aalrutte, *Lota vulgaris*.

Fig. 17. Kolben aus der Epidermis von *Lota vulgaris* isolirt und etwas gequollen.
a das Käppchen;
b die Innensubstanz;
c Fuss der Zelle.

Fig. 18. Eine Gruppe Schleimzellen desselben Fisches; sind durchweg von länglicher Gestalt.

Fig. 19. Käppchen und Innensubstanz eines Kolbens in andrer Ansicht, als es in Fig. 17 dargestellt erscheint.

Fig. 20. Saum der Schwanzflosse der Larve des *Pelobates fuscus*; die Entstehung der Lederhaut versinnlichend.
a homogene Lagen der Lederhaut;
b Matrixzellen;
c Blutcapillargefäss.

Fig. 21. Ein grösseres der becherförmigen Organe („Geschmacksknospen") aus der Mundhöhle der Larve von *Pelobates fuscus*, von oben gesehen; ist noch ganz überdeckt von der zusammenhängenden Epidermis.

Fig. 22. Dasselbe Organ von der Seite.
a Epidermiszellen (Deckzellen);
b Gruppe der birnförmigen Zellen.

Fig. 23. Ein kleineres solches Organ aus der gleichen Stelle und von derselben Batrachierlarve.
a, *b* wie in Fig. 22;
c die Endstiftchen.

Taf. IX.

Fig. 24. Seitenorgane, freie, vom Rumpfe des Hechtes, *Esox lucius*: stärkere Vergrösserung.
a Epidermiszellen und Schleimzellen;
b Pigmentzellen;
c Sinneshügel.

Fig. 25. Becherförmige Organe des Gaumens vom Hecht, *Esox lucius*, aus dem eben getödeten Thier genommen. Man unterscheidet auf der Gipfelfläche des einen Mittelfeld und Randpartie.

Fig. 26. Ebensolches becherförmiges Organ, dessen Mittelfeld sich in bestimmter Weise zu sondern beginnt.

Fig. 27. Zwei der Mantelzellen eines becherförmigen Organs, sehr stark vergrössert.
a Fuss der Zelle;
b bauchige Auftreibung mit Vacuole oder Secretraum;
c stabförmig verengter Theil;
d zarte Endborste, aus dem Secretraum kommend.

Fig. 28. Becherfömiges Organ des Gaumens von *Acerina cernua*, aus dem frischen Thier.
a Papille;
b Epidermis mit Schleimzellen im Profil.
c das Organ an der Spitze trichterig eingezogen.

Fig. 29. Ein gleiches Organ, Gipfel ebenfalls eingezogen; die zusammenneigenden Endborsten sind sichtbar.

Fig. 30. Zellen eines becherförmigen Organs von *Cyprinus carassius* durch doppelchromsaures Kali verändert.

Fig. 31. Epidermis von der Lippe einer jungen Karausche, *Cyprinus Carassius*.
- *a* Zelle mit Härchenbesatz;
- *b* Schleimzellen, eine noch ohne, die zwei andern mit Oeffnung.

Fig. 32. Aus der Epidermis der Larve von *Pelobates fuscus*.
- *a* Zellen mit fadigem Inhalt;
- *b* Zellen mit Secretraum;
- *c* Chromatophoren oder bewegliche Farbzellen.

Fig. 33. Zellen mit fadigem Inhalt aus der Epidermis der Larve von *Hyla arborea*.

Taf. X.

Fig. 34. Stück Oberfläche der Lederhaut entblösst von der Epidermis, *Petromyzon marinus*.
- *a* die freien Oeffnungen der Bindegewebslücken.

Fig. 35. Flächenansicht einer tieferen Schicht der Lederhaut, *Petromyzon marinus*.
- *a* Protoplasmazellen.

Fig. 36. Spiralfasern des Bindegewebes von *Petromyzon marinus*.
- *a* die Protoplasma- oder Häutchenzellen.

Fig. 37. Hautwulst des geschlechtsreifen männlichen Thieres von *Petromyzon marinus* von oben.

Fig. 38. Derselbe Theil im Durchschnitt.

Fig. 39. Wieder der gleiche Theil von einem andern Individuum, im Durchschnitt. (Alle drei Figuren in natürlicher Grösse).

Fig. 40. Seitenorgan vom Rumpfe der Aalrutte. *Lota vulgaris;* Ansicht von oben. Man sieht die Scheidung des epithelialen Ueberzuges in Mittelfeld und Randzone.

Fig. 41. Stück eines Seitenorganes (Nervenknopf) aus den Kopfcanälen des Kaulbarsches, *Acerina cernua*.
- *a* Randzone;
- *b* Mittelfeld;
- *c* die Borsten.

Fig. 42. Zellen der epithelialen Lage der Seitenorgane, für sich dargestellt.
- *a* aus dem Mittelfeld, mit Borsten;
- *b* aus der Randzone (*Acerina cernua*);
- *c* ebenfalls aus der Randzone (*Lota vulgaris*).

Fig. 43 Stück eines Seitenorganes (Nervenknopf) aus den Kopfcanälen von *Acerina cernua*, im optischen Schnitt nach dem frischen, kurze Zeit mit Osmiumsäure behandelten Präparat.
- *a* Nervenfasern des „Knopfes";
- *b* Blutgefässe;
- *c* ins Epithel aufsteigende, noch dunkelrandige Nervenfasern.

Fig. 44. Schnitt aus dem durch Osmiumsäure erhärteten Nervenknopf von *Acerina cernua*.
- *a* Bindegewebige, die Nerven und Gefässe tragende Schicht; aus ihr erheben sich frei die abgerissenen Nervenfasern.
- *b* Epitheliale Lage, hat sich grösstentheils abgelöst.

Fig. 45. Aus dem Mantel von *Anodonta*;
- *a* Bindegewebiges Fachwerk;
- *b* Protoplasma- oder Häutchenzellen.

Halle, Druck von E. Karras.

Fig. 34

Fig. 40

Fig. 36

Fig. 43

Fig. 35

Fig. 37

Fig. 41

Fig. 42

Fig. 44

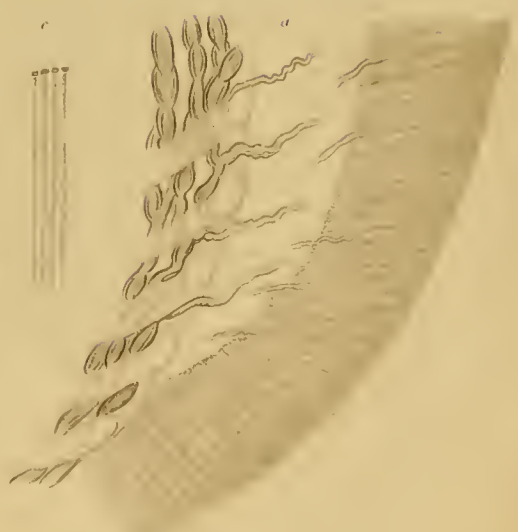

Fig. 45

Fig. 39

Fig. 38

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE PARIS

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 6.

Fig. 9.

Fig. 4.

Fig. 8.

Fig. 10

Fig. 10

Fig. 22

Fig. 11

Fig. 12

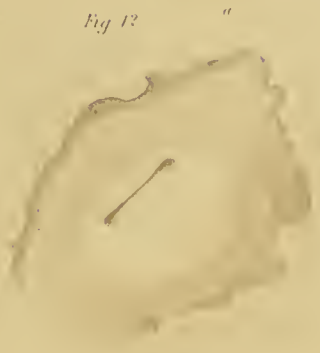

Fig. 20

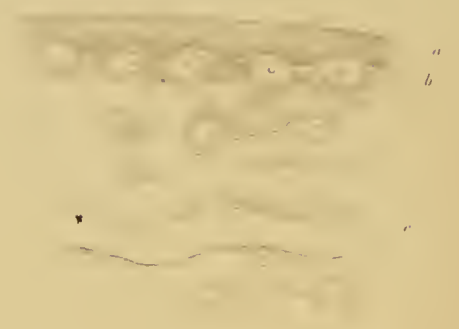

Fig. 23

Fig. 21

Fig. 16

Fig. 17

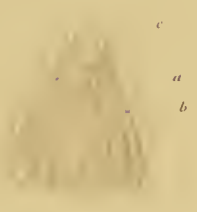

Fig. 13

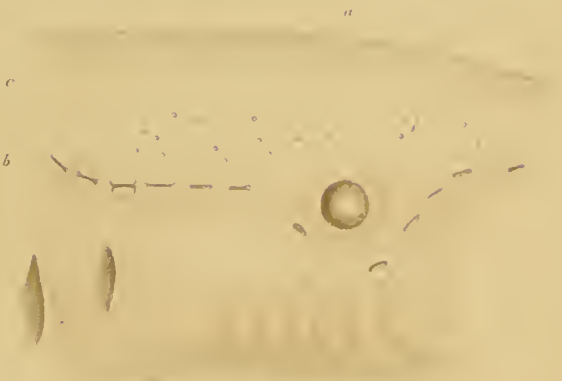

Fig. 18

Fig. 19

Fig. 24

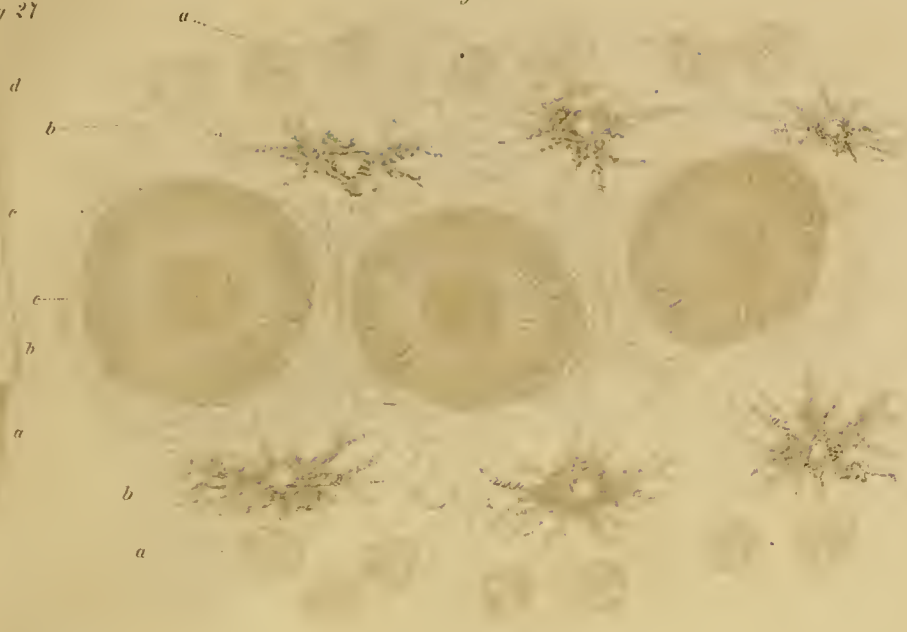

Fig. 27

Fig. 30.

Fig. 29.

Fig. 26.

Fig. 25

Fig. 28.

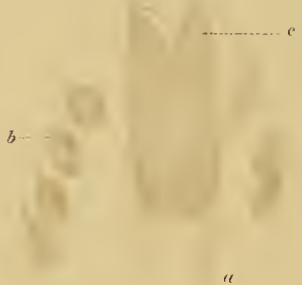

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.